



Création et évaluation d'un prototype de jeu sérieux pour l'apprentissage de la lecture destiné aux enfants francophones du primaire présentant des symptômes associés à la dyslexie

Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en éducation (concentration en technologie éducative)

Par François Lewis

Juin 2018



<http://r-libre.teluq.ca/1459>

Résumé

Ce projet de recherche-développement a pour objectif de concevoir le prototype Alpha d'un jeu sérieux éducatif (JSÉ) spécialisé dans l'apprentissage de la lecture. Selon Alvarez et Djaouti (2010), ce qui distingue un jeu sérieux d'un jeu vidéo strictement ludique, c'est l'ajout de la dimension pédagogique dans le scénario du jeu. Le but de ce JSÉ vise à aider des enfants francophones du primaire, âgés de 6 à 8 ans, qui éprouvent des difficultés en lecture ou qui présentent des symptômes associés à la dyslexie développementale. Plusieurs recherches (Blaesius et Fleck, 2015 ; Franceschini, Gori, Ruffino, Molteni et Facoetti, 2013 ; Rello, Bayarri, Otal, et Pielot, 2015) ont démontré les avantages des jeux vidéo d'action en milieu éducatif, et ce, plus particulièrement pour les enfants atteints de dyslexie. Le même constat a été fait pour les enfants ayant un déficit d'attention. En effet, le jeu vidéo d'action a comme conséquences positives l'amélioration de la concentration et de la motivation des élèves. Notre hypothèse de départ consiste à proposer l'ajout d'une dimension sérieuse à un jeu vidéo d'action constitué d'exercices adaptés à l'élève afin d'améliorer la conscience phonémique et phonologique. La conception d'un JSÉ est complexe, et onéreuse. Dans le cadre de ce projet de mémoire, un prototype de JSÉ a été produit, et une évaluation de l'expérience utilisateur a été menée auprès du public cible. Les résultats de l'expérimentation sont prometteurs, puisque trois des quatre enfants ont aimé le jeu. Par contre, des modifications devront être effectuées, notamment au niveau de la navigation et de l'optimisation des missions du jeu.

Mots-clés : jeux sérieux; apprentissage; design du jeu; dyslexie; ingénierie pédagogique.

Abstract

As part of a master's thesis, this research and development project aims to design the Alpha prototype of a serious educational game (SEG) specialized in learning to read. According to Alvarez and Djaouti (2010), what distinguishes a serious game from a strictly playful video game is the addition of the pedagogical dimension in the game's scenario. The purpose of this SEG is to help French-speaking children 6 to 8 years of age who have difficulty reading or who have symptoms associated with developmental dyslexia. Several studies (Blaesius and Fleck, 2015, Franceschini, Gori, Ruffino, Molteni and Facoetti, 2013, Rello, Bayarri, Ota, and Pielot, 2015) have demonstrated the benefits of action video games in an educational environment, more especially for children with dyslexia. The same observation was made for children with attention deficit. Indeed, the action video game has the positive consequences of improving the concentration and motivation of students. Our initial hypothesis consists of proposing the addition of a serious dimension to an action video game consisting of exercises adapted to the student in order to improve phonemic and phonological awareness. The design of JSE is complex and expensive. As part of this project, a SEG prototype was produced, and an evaluation of the user experience was conducted with the target audience. The results of the experiment are promising, since three of the four children liked the game. However, modifications will have to be made, notably in terms of navigation and optimization of the game's missions.

Keywords: Serious Game; Learning; Game Design; Dyslexia; Instructional Design.

Table des matières

RÉSUMÉ.....	II
ABSTRACT	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES TABLEAUX	XI
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES.....	XII
REMERCIEMENTS.....	XV
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I – PROBLÉMATIQUE	5
1.1 VUE D'ENSEMBLE DE LA PROBLÉMATIQUE	5
1.2 LES CONSÉQUENCES DU MANQUE DE RESSOURCES	7
1.3 LES OBJECTIFS DU PROJET	8
1.4 LES CONTRAINTES LIÉES AU PROJET DE RECHERCHE.....	9
1.5 LA REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	10
1.5.1 <i>Le jeu sérieux</i>	10
1.5.1.1 Introduction	10
1.5.1.2 Historique du jeu sérieux.....	11
1.5.1.3 La dimension ludique du jeu	16
1.5.1.4 Le scénario et la narration.....	18
1.5.1.5 L'interactivité et l'action	20
1.5.1.6 La motivation.....	21
1.5.1.7 Les risques associés au jeu vidéo.....	25

	vi
1.5.1.8 La dimension sérieuse du jeu (le transfert de connaissances).....	28
1.5.1.9 La conception.....	31
1.5.2 Dyslexie développementale	37
1.5.2.1 Historique.....	37
1.5.2.2 Les types de dyslexie	39
1.5.2.3 Diagnostic et symptômes associés à la dyslexie.....	41
1.5.2.4 Méthodes de rééducation en lecture	45
1.6 LA QUESTION DE RECHERCHE	48
CHAPITRE II – LE CADRE CONCEPTUEL.....	49
2.1 NOTRE POSITION ÉPISTÉMOLOGIQUE	49
2.2 LA CONCEPTION DU JEU SÉRIEX ET DE L'APPRENTISSAGE DE LA LECTURE	50
2.3 LES THÉORIES ET CONCEPTS UTILISÉS	52
2.3.1 <i>Le cognitivisme</i>	56
2.3.2 <i>Les théories d'apprentissage behavioristes</i>	58
2.3.3 <i>Les théories motivationnelles</i>	59
2.3.4 <i>Les concepts liés à l'apprentissage de la lecture</i>	60
CHAPITRE III – MÉTHODOLOGIE.....	63
3.1 DÉFINITIONS DU CONCEPT DU JSÉ « CODE SECRET ».....	64
3.2 LES ÉTAPES ET MÉTHODES UTILISÉES POUR LA CONCEPTION DU JSÉ CODE SECRET	65
3.2.1 <i>Évaluation et apprentissage des fonctions du moteur de jeu Unity 3D et</i> <i>identification des caractéristiques générales du JSÉ « Code secret ».</i>	69
3.2.2 <i>Définir le dossier pédagogique avec la méthode d'ingénierie des systèmes</i> <i>d'apprentissages (MISA)</i>	69
3.2.2.1 Définition du dossier de formation.....	70
3.2.2.2 L'identification et l'analyse des besoins de formations	71

	vii
3.2.2.3 La description des exercices du JSÉ	73
3.2.2.4 Les scénarios pédagogiques.....	74
3.2.2.5 Propriétés des activités et description d'une session de jeu	78
3.2.2.6 La sélection des mécaniques du JSÉ Code secret	78
3.2.2.7 Identification des mécaniques pédagogiques fondées sur le modèle « Learning Mechanics &	79
3.2.2.8 Identification des mécaniques de ludification du jeu	83
3.2.3 La sélection des mécaniques du JSÉ avec le modèle « Serious Game Mechanics » (SGMs) (Lim et al., 2016).....	84
3.2.4 Le scénario du prototype Alpha du JSÉ Code secret	87
3.2.4.1 L'aperçu du jeu.....	87
3.2.4.2 Synopsis	87
3.2.4.3 La scène principale	88
3.2.4.4 Le message secret.....	91
3.2.4.5 Description des missions	92
3.2.5 Exigences techniques pour participer à la recherche	94
3.2.6 Édition du JSÉ Code secret	95
3.3 L'EXPÉRIMENTATION	95
3.3.1 Types d'assistance offerte à l'élève et aux parents et tuteurs.....	97
3.3.2 Diffusion.....	97
3.3.3 Support des matériels et la sécurité des données.....	97
3.3.4 Les sources des données	98
3.4 L'ÉVALUATION.....	99
3.5 LES QUESTIONS D'ÉTHIQUE.....	101
CHAPITRE IV – LES RÉSULTATS	103
4.1 PRÉSENTATIONS DES RÉSULTATS	103
4.1.1 Les données quantitatives	103

4.1.2 Les données qualitatives.....	105
CHAPITRE V – DISCUSSION ET LIMITES	110
5.1 INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS	110
5.1.1 L'analyse.....	111
5.1.2 Recommandations	112
5.2 LES LIMITES DE L'ÉTUDE	113
CONCLUSION	115
ANNEXE A	118
ANNEXE B	126
ANNEXE C	127
ANNEXE D	128
ANNEXE E.....	131
BIBLIOGRAPHIE.....	132

Liste des figures

Figure 1 : L'expérience du « flow » inspirée de Chen (2007, cité par Göbel et Wendel (2016)	18
Figure 2 : Modélisation d'un JSÉ avec MOT+ (Paquette, 2005), fondée sur (Alvarez et Djaouti, 2012 ; Sauvé, 2010)	54
Figure 3 : Modélisation des exercices de rééducation en lecture pour le JS�� « Code secret » avec MOT + (Paquette, 2005)	55
Figure 4 : Le cycle de conception de Code secret est fondé sur le « Digital Game Development Life Cycle » (Ramadan et Widyani, 2013).	63
Figure 5 : Modélisation de la méthodologie de conception du JS�� Code secret	68
Figure 6 : Modélisation graphique du R��� du jeu Code secret avec MOT+ (Paquette, 2005).	80
Figure 7 : Modélisation graphique du modèle pédagogique du prototype Alpha avec MOT+ (Paquette, 2005).	81
Figure 8 : Les scènes de départ du JS��	88
Figure 9 : Scène principale	89
Figure 10 : Scène pour des consignes de la mission 1	90
Figure 11 : Calendrier de l'expérimentation	97
Figure 12 : Fiche d'évaluation fondée sur le Smileyometer de Read (2008)	100
Figure 13 : L'outil Again-Again table inspiré de Read (2008)	101
Figure 14 : Moyenne de temps de jeu par mission	103
Figure 15 : Nombre d'utilisations moyen des touches Pause et Aide par partie de jeu	104
Figure 16 : Nombre d'utilisations moyen des touches Vidéo et Répéter par partie de jeu	105
Figure 17 : Nombre d'enfants qui veut rejouer une mission	107

Figure 18 : Les facteurs qui influencent les résultats de l'étude.....^x 114

Liste des tableaux

Tableau 1 : Contexte de l'application du JSÉ Code secret	66
Tableau 2 : Le tableau des compétences inspiré de (Basque, 2016).....	76
Tableau 3 : Progression potentielle du développement des compétences inspiré de (Basque, 2016).....	77
Tableau 4 : La liste des mécaniques pédagogiques identifiées, fondée sur le modèle LM-GM (Arnab et al., 2013).....	82
Tableau 5 : La liste des mécaniques ludiques identifiées, fondée sur le modèle LM-GM de Arnab et al. (2013).	83
Tableau 6 : Liste des mécaniques ludiques et pédagogiques à intégrer dans le JSÉ Code secret inspiré de (Lim et al., 2016)	85
Tableau 7 : L'analyse des mécaniques du JSÉ Code secret inspiré de (Lim et al., 2016)....	86
Tableau 8 : Résultats du sondage des enfants.....	106

Liste des abréviations, sigles et acronymes

AOOA	L'association ontarienne des orthophonistes et des audiologistes
APA	American psychiatric association
ARCS	Modèle motivationnel basé sur l'attention, la pertinence (<i>relevance</i>), la confiance et la satisfaction
CATLM	Cognitive affective model of learning with media
CÉR	Comité d'éthique de la recherche
CS	Competence state
DiGRA	Digital Games Research Association
ÉA	Événement d'apprentissage
ÉD	Éléments de documentation
EIAH	Environnements informatiques pour l'apprentissage humain
ESRB	Entertainment Software Rating Board
IA	Intelligence artificielle
IRM	Imagerie par résonance magnétique
JSÉ	Jeu sérieux éducatif

LICEF	Laboratoire en informatique cognitive et environnements fonctionnels
LM-GM	Learning Mechanics-Game Mechanics
MELS	Ministère de L'Éducation, du Loisir et du Sport
MISA	Méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage
MOT +	Modélisation par objet type
NGLOBs	Narrative game-based learning objects
NRP	National Reading Panel
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PAT	Phonological Awareness Training
PEGI	Pan European Game Information
PISA	Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves
RNA	Rapid Automatic Naming
RÉA	Réseau des événements d'apprentissage
SA	Système d'apprentissage
SAVIE	Société pour l'apprentissage à vie

SEG	Serious Educational Game
SGMs	Serious Game Mechanics
TIC	Technologie de l'information et de la communication
TRACE	Donnée enregistrée lors d'une session de jeu
UA	Unité d'apprentissage
WIST	Word Identification Strategy Training

Remerciements

Je tiens à remercier mon directeur de recherche, M. Patrick Plante et ma codirectrice Mme Isabelle Carignan, tous les deux professeurs à l'Université TÉLUQ pour leur ouverture, leur patience et la confiance qu'ils ont démontrées à l'égard de mon projet de recherche.

J'aimerais également remercier Mme Michèle Minor-Corriveau, orthophoniste et professeure à l'Université Laurentienne, ainsi que Mme Cathia Papi, professeure à l'Université TÉLUQ, d'avoir accepté de participer à mon jury de soutenance, d'avoir commenté mon travail et d'avoir partagé leurs nombreuses connaissances.

Mes remerciements s'adressent également à M. Pierre-Olivier Dionne, programmeur jeu pour SAVIE, pour son soutien et ses commentaires constructifs durant la conception du prototype du jeu.

Je désire remercier ma famille et mes amis pour leurs encouragements et leur soutien continu durant cette année de recherche. Merci notamment à toi Sylvie, pour ton soutien et ton amour durant la rédaction de ce mémoire. Un merci particulier pour Lucie, Sila et Sonia, pour leur engagement dans le projet.

Et, surtout, merci à tous les enfants et leurs parents qui ont accepté de donner de leur temps pour faire avancer la recherche et qui ont montré de l'intérêt pour l'étude que je menais.

Introduction

Avoir accès à une éducation de qualité semble être un droit acquis dans nos sociétés occidentales. Au Québec, la loi sur l'enseignement primaire et secondaire indique que « toute personne âgée de cinq ans et plus a droit à des services de formation et d'éveil à l'éducation préscolaire et à des services d'enseignement jusqu'à la fin du secondaire »¹. Pourtant, en 2014, plus de 14 % des élèves au Québec n'ont pas terminé leurs études secondaires. Le gouvernement du Québec a mis en place un site complet sur le taux de décrochage annuel², ce qui démontre l'importance du problème.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation. L'un d'eux est la dyslexie développementale qui se définit comme un trouble permanent de l'acquisition de la lecture (Billard et Delteil-Pinton, 2010), et rend le parcours scolaire des élèves difficile. On estime que les élèves dyslexiques représentent entre 5 et 12 % de la population (Bussy *et al.*, 2011; Iannuzzi, 2010; Stein, 2001), ce qui n'est pas négligeable.

Selon Young *et al.* (2002), les enfants qui éprouvent des difficultés en lecture lisent moins que les autres enfants, ce qui peut engendrer des difficultés d'apprentissage dans les autres matières scolaires et accroît le risque de décrochage au secondaire.

Il appert que les ressources nécessaires à la prise en charge de ces élèves sont insuffisantes. Ne pas offrir un soutien adéquat amène des conséquences importantes, notamment un retard scolaire et une diminution de l'estime de soi, sans compter les

¹ Récupéré le 10 mai 2018 du site du Gouvernement du Québec : <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/E-8.1>

² Récupéré le 28 décembre 2017 du site du Gouvernement du Québec : <http://www.education.gouv.qc.ca/references/statistiques/indicateurs-de-leducation/taux-de-decrochage/>

coûts additionnels pour le système scolaire (Brazeau, 1998; Mongrain, 2015; OCDE, 2011). Dans cette perspective, il est pertinent d'explorer de nouvelles avenues plus novatrices.

Le sujet de cette recherche est de concevoir et de valider la pertinence d'un prototype de jeu sérieux pour l'apprentissage de la lecture. Le concept du jeu à développer consiste à ajouter une dimension sérieuse à une création originale d'un jeu vidéo et de valider sa pertinence et son efficacité pour l'apprentissage de la lecture d'enfants francophones âgés de 6 à 8 ans. Le but est de fournir un outil ludique pour appuyer les apprentissages, en lui permettant de continuer à développer ses habiletés en lecture, ce qui apporterait des bénéfices à tous les intervenants. Toutefois, dans le cadre du mémoire de maîtrise, nous allons nous limiter à la conception du prototype Alpha et à la validation de la cohérence des deux dimensions (ludique et sérieuse) dans le scénario. L'évaluation du prototype nous permettra de faire les ajustements nécessaires avant d'entreprendre la conception du prototype Beta qui est prévue pour de futures recherches.

Plusieurs auteurs (Sauvé, 2010; Schomll, 2011; Wix, 2012) affirment que les jeux sérieux sont efficaces, qu'ils améliorent les capacités cognitives et le transfert de connaissances. Cependant, leur efficacité n'a pas été mesurée auprès d'enfants qui présentent des symptômes de dyslexie. C'est une possibilité qu'il faut vérifier.

Selon Green et Bavellier (2012), jouer à des jeux vidéo d'action améliore l'attention et l'apprentissage. Les résultats de la recherche de Franceschini *et al.* (2013) démontrent que l'utilisation d'un jeu vidéo d'action sans dimension sérieuse améliore la

concentration, la vitesse de lecture ainsi que la compréhension des textes lus par des enfants dyslexiques.

Il est cependant important de tenir compte des préférences et des compétences du public cible lors de la construction du jeu. Entre autres, il faut prendre en considération le fait que les élèves dyslexiques ont souvent moins de résistance que les autres élèves, notamment parce qu'ils doivent faire beaucoup plus d'efforts dans des situations de doubles tâches, particulièrement lorsqu'ils doivent lire un texte et le comprendre, ou lorsqu'ils doivent écouter et écrire lors d'un exercice de dictée (Valdois, 2004). Sans appui adapté, le parcours académique des enfants dyslexiques est particulièrement ardu et démotivant (Brazeau, 1998).

Ce mémoire est constitué de cinq chapitres. Le premier décrit la problématique, les objectifs à atteindre ainsi que les contraintes liées au projet. Nous complétons ce chapitre par une revue de la littérature relative aux domaines de connaissance du jeu sérieux et de la dyslexie développementale afin de définir la question de recherche, et de sélectionner les concepts et les méthodes qui permettront de répondre à cette question.

Le deuxième chapitre, le cadre conceptuel, précise notre posture épistémologique, notre démarche de recherche, ainsi que divers concepts et modèles utilisés.

Le troisième chapitre présente la méthodologie proposée lors de la conception du jeu, le cycle de conception dans le but de délimiter l'envergure des travaux à réaliser, le dossier pédagogique, le scénario du jeu, et finalement, le processus d'expérimentation et d'évaluation.

Le quatrième chapitre présente les résultats de l'expérimentation sous forme de tableaux et de statistiques pour les données quantitatives. De plus, pour les données qualitatives, nous avons recueilli les commentaires provenant des sondages et des grilles comportementales.

Le cinquième chapitre présente la discussion selon l'interprétation des données recueillies, les recommandations et les limites de l'étude.

Chapitre I – Problématique

1.1 Vue d'ensemble de la problématique

Selon Bussy *et al.* (2011), la dyslexie développementale est présente dès la naissance et se définit « comme une altération spécifique de l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe malgré une intelligence préservée, des systèmes sensoriels intacts, une éducation et une scolarisation appropriée et un contexte environnemental socioculturel suffisamment stimulant » (p. 141). Cette définition est semblable à celle que l'on retrouve par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) (2007). L'INSERM (2007) indique que dans le Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, le DSM-IV (American Psychiatric Association, 2004), les critères du trouble spécifique de la lecture sont :

les réalisations en lecture (exactitude, rapidité ou compréhension), évaluées par des tests sont nettement en dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet, de son niveau intellectuel (mesuré par des tests), d'un enseignement adapté à l'âge, d'un environnement socioculturel favorable, et d'une intelligence adéquate (p. 162).

Ce trouble est permanent et entraîne un retard important en lecture et en écriture pour les élèves qui en souffrent. Comme l'apprentissage de la lecture et de l'écriture sont des activités complexes, mais essentielles à la réussite scolaire d'un enfant, il est nécessaire d'agir aussitôt qu'un enfant présente des symptômes associés à la dyslexie, notamment la lenteur et la non-automatisation de la lecture, pour ainsi réduire les impacts négatifs sur son apprentissage. Des auteurs s'entendent pour dire que, plus on

intervient tôt dans la vie de l'enfant, plus son potentiel de réussite est maximisé (Brazeau, 1998; Lefebvre, 2016; Métellus, Sauvageot et Randianarisoa, 2001; Shaywitz et Shaywitz, 2006). Cependant, le défi est que l'enfant doit avoir accumulé deux ans de retard en lecture par rapport à son groupe d'âge (Echenne, 2002 ; Soares-Boucauda, Cheynel-Alberolad et Georgieffa, 2007 ; Vernhes, Combres et Savourin, 2014) avant une intervention. C'est le cas notamment en contexte québécois.

La création d'un outil pédagogique servant à améliorer les compétences en lecture des enfants doit être disponible aussi tôt que l'âge de cinq ou six ans. Comme le mentionne Vygotsky (1933), « l'apprentissage du langage écrit se déroule plus facilement à l'âge de cinq ou six ans qu'à l'âge de huit ou neuf ans » (p. 173). Vygotsky ajoute qu'il est plus facile d'enseigner une langue à des enfants plus jeunes parce que les mécanismes intellectuels d'apprentissages changent vers l'âge de huit ans. Nicolson, Fawcett, Brookes et Needle (2010) apportent de la valeur aux propos de Vygotsky lorsqu'ils indiquent dans leur étude effectuée sur des élèves anglophones qu'après l'âge de 8 ans, l'effet bénéfique du soutien pour l'apprentissage phonologique est réduit. Selon les auteurs, les progrès réalisés lors d'un programme de rééducation sont plus importants pour des enfants de 5 à 8 ans que pour des enfants plus âgés.

En plus, même si les méthodes de rééducation en lecture pour les enfants diagnostiqués dyslexiques sont connues et efficaces, notamment la méthode *Phonological Awareness Training* (PAT) et la méthode *Word Identification Strategy Training* (WIST) (Brazeau, 1998 ; Métellus *et al.*, 2001; Myre-Bisaillon, 2009), les enfants n'ont pas toujours accès rapidement à des services adéquats (Lacoursière 2010 ; Flessas, Lafleur et Fréchette, 2007) leur permettant de pallier leur difficulté en lecture. Selon Mongrain (2015), la principale cause de cette lacune est le

manque de ressources professionnelles en milieu scolaire. Or, les ressources sont limitées et souvent même inexistantes en région (Institut de la statistique du Québec, 2010; Mongrain, 2015).

1.2 Les conséquences du manque de ressources

Le manque de ressources professionnelles a des conséquences négatives sur le développement cognitif et socioaffectif des élèves dyslexiques, en plus de causer un retard scolaire (Brazeau, 1998 ; Mongrain, 2015). Il est nécessaire d'offrir toutes les possibilités de succès aux enfants surtout lorsque l'on tient compte des coûts reliés à la dyslexie et à l'analphabétisme. Nous vous présentons ici trois exemples de conséquences financières négatives des difficultés d'apprentissage sur la société :

- selon l'enquête du programme international de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA, 2009), 7 % des élèves ont redoublé au cours du primaire (OCDE, 2011). Le redoublement des élèves engendre des conséquences sur l'économie, notamment les coûts pour financer la scolarité supplémentaire et les coûts reliés au retard dans l'arrivée des travailleurs sur le marché du travail;
- selon Gross, Price et Hudson (2009), « le coût total pour les finances publiques résultant de l'échec de maîtrise des compétences de base d'alphabétisation à l'école primaire est estimé entre 8 650 et 74 400 dollars canadiens par personne à l'âge de 37 ans, et entre 8 650 et 110 700 dollars canadiens sur toute une vie au Royaume-Uni » (p. 27). Cette dépense représente un total qui oscille entre 356 millions et 4,3 milliards de dollars canadiens chaque année. Cette étude

démontre qu'une intervention au primaire de qualité aurait un impact financier positif;

- en 2012, la Cour suprême du Canada a rendu un jugement important dans une cause de discrimination d'un enfant dyslexique. La Cour suprême a obligé un établissement scolaire public qui disait ne pas avoir les ressources financières nécessaires pour offrir les services requis, à rembourser une grande partie des coûts déboursés par les parents d'enfants dyslexiques à des écoles privées (La Presse canadienne, 2012).

La situation actuelle démontre que les conséquences négatives reliées à la dyslexie sont importantes, et que le manque de ressources professionnelles en milieu scolaire n'améliore pas la situation. Le développement d'un logiciel pédagogique dédié aux enfants présentant des symptômes associés à la dyslexie pourrait être offert aux personnes œuvrant en milieu scolaire. Cependant, la conception d'un tel outil est complexe, et doit s'effectuer en respectant une démarche coordonnée, avec un but et des objectifs bien définis.

1.3 Les objectifs du projet

Le but du projet de recherche est de produire le prototype Alpha du jeu sérieux Code secret selon la méthodologie de conception proposée et d'évaluer la cohérence du scénario.

Les objectifs sont ;

- de créer le prototype Alpha du jeu Code Secret ;

- d'évaluer la cohérence et l'intégration des dimensions sérieuse et ludique dans le scénario ;
- d'évaluer la jouabilité et l'ergonomie du jeu créé.

1.4 Les contraintes liées au projet de recherche

Les ressources limitées dont nous disposons pour la conception du jeu est la principale contrainte pour la mise sur pied de ce projet de recherche. Comme l'indique Marfisi-Schottman (2012), le coût de conception d'un jeu sérieux varie entre 14 000 et 410 000 dollars canadiens. Pour pallier à ce manque d'appui financier, et rendre le jeu le plus économique possible, nous allons concevoir le JSÉ Code secret en utilisant le moteur de jeu Unity 3D³ et utiliser les actifs qu'Unity 3D met à notre disposition.

La plateforme du moteur de jeu Unity 3D peut grandement faciliter la tâche de création du jeu. Nous avons suivi la formation de certification du moteur de jeu Unity 3D qui est offerte en ligne, pour nous approprier les connaissances nécessaires à l'utilisation du logiciel. Par la suite, nous avons bénéficié de l'apport de la communauté de pratique et de l'appui d'un programmeur jeu de la Société pour l'apprentissage à vie (SAVIE⁴) pour concevoir le jeu Code secret.

Plusieurs défis sont inhérents à la création d'un JSÉ, notamment l'intégration de la dimension sérieuse dans le scénario du jeu et la résistance au changement des parties prenantes. Nous avons sélectionné des solutions pour réduire les risques qui peuvent y être associés : premièrement, nous avons intégré un processus d'évaluation à

³ Récupéré le 26 décembre 2017 du site Unity 3D : <https://unity3d.com/fr>

⁴ Récupéré le 26 décembre 2017 du site SAVIE : <http://www.savie.qc.ca/Savie-CRP/>

différentes étapes de la conception avec les parties prenantes et, deuxièmement, nous avons intégré les mécaniques pédagogiques avec les mécaniques du jeu dans le but d'améliorer l'expérience des élèves.

1.5 La revue de la littérature

L'objectif de la recension des écrits est de faire le point sur la situation actuelle relative aux domaines de connaissance du jeu sérieux et de la dyslexie développementale afin de nous apporter des éléments de réponse à la question de recherche.

Un bref historique de chaque domaine de connaissance et nous présentons ensuite la synthèse des informations recueillies par thème, notamment en ce qui a trait à la motivation, aux conséquences et aux risques.

1.5.1 Le jeu sérieux

1.5.1.1 Introduction

Selon Alvarez et Djaouti (2010), ce qui distingue un jeu sérieux d'un jeu vidéo strictement ludique, c'est l'ajout de la dimension sérieuse dans le scénario du jeu. Le domaine du jeu sérieux est relativement récent : plusieurs experts de ce domaine de connaissance (Alvarez et Djaouti, 2010 ; Lavigne, 2012 ; Schmoll, 2011) établissent le point de départ des jeux sérieux, à la sortie du titre à succès *America's Army* au début des années 2000 et après que Benjamin Sawyer a fondé en 2002 un organisme indépendant pour promouvoir et développer les jeux sérieux « *The Serious Games Initiative* ». Les jeux qui ont été créés avant 2002 sont appelés « *Retro Serious Games* ». Les jeux sérieux créés avant les années 2000 étaient souvent basés sur le

concept d'une application utilitaire avec une enveloppe, c'est-à-dire des décors et des accessoires pour lui donner une apparence ludique. Comme l'indique Alvarez et Djaouti (2010), plusieurs JSÉ étaient réalisés sans que les deux dimensions ne soient intégrées dans un scénario cohérent.

1.5.1.2 Historique du jeu sérieux

1.5.1.2.1 La période « Retro Serious Games » avant 2002

Le développement des connaissances du domaine du jeu a été influencé par les travaux de chercheurs importants. Toutefois, pour circonscrire la recension, nous amorçons l'historique par les travaux sur le jeu de Roger Caillois (1958, cité par Alvarez et Djaouti, 2010; Cheruette, 2009; Gastineau *et al.*, 2012; Schmoll, 2011).

En 1958, Roger Caillois indique dans ses écrits que le jeu doit être une activité libre et sans contrainte, qui s'effectue dans une période déterminée, qui doit produire un résultat inattendu, ne pas créer de valeur, suit ses propres règles et doit être irréel. Par la suite, Caillois classe les jeux selon quatre catégories : 1) la compétition, 2) le hasard, 3) le simulacre et 4) la motivation intrinsèque. Les règles et principes qui ont été établis par Caillois sont encore utilisés lors de la conception de jeu sérieux moderne (Djaouti, 2011).

Clark Abt (1970, cité par Alvarez et Djaouti, 2010) définit dans son livre « *Serious Games* » le terme « *Serious Games* » et fonde la société « *Abt Associates* » qui développe plusieurs simulations et des jeux de simulations. Abt avait travaillé précédemment dans les années 1960 sur le jeu « *TEMPER* » de la compagnie Raytheon, un jeu destiné à s'entraîner à des jeux de guerre et financé par l'armée américaine.

Dans les années 1980, Malone et Lepper (1987) spécifient dans leurs travaux sur les jeux sérieux, la possibilité d'expérimenter des facettes différentes de notre personnalité, ce qui améliore la motivation intrinsèque. Cependant, ils mentionnent aussi que le jeu doit être une activité libre, incertaine, avec des limites précises de temps et de lieu. Le jeu doit posséder ses propres règles et il doit être sans conséquence dans la vie réelle. Nous constatons que les auteurs s'appuient sur les principes et les règles établies par Roger Caillois.

Au début des années 1990, Mihaly Csikszentmihalyi présente la théorie motivationnelle du « *flow* » qui met en évidence le plaisir de l'activité et le sentiment de satisfaction de l'élève. Cet auteur indique que le jeu apporte une motivation intrinsèque, car le participant joue pour le plaisir sans plus (Csikszentmihalyi, 1990). Le risque principal lors de la conception d'un jeu sérieux est de ne pas tenir compte suffisamment de l'aspect ludique du jeu. Il est essentiel de combiner les deux aspects du jeu sérieux en incorporant les notions sérieuses de manières intrinsèques au jeu, c'est-à-dire avec le paradigme selon lequel le joueur va apprendre s'il a du plaisir.

Plusieurs auteurs par la suite dont Alvarez et Djaouti (2010), Craig, Graesser, Sullins et Gholson (2004), Rieber (1996) et Schmoll (2011), ont indiqué l'importance de la motivation intrinsèque dans les jeux sérieux et adhère à la théorie du « *flow* » de Mihaly Csikszentmihalyi.

En 1994, plusieurs problèmes de violence aux États-Unis forcent le gouvernement à mettre en place « *L'Entertainment Software Rating Board* » (ESRB) pour établir des normes de distribution pour les jeux vidéo. Ce qui a amené l'Europe à faire de même

avec le « *Pan European Game Information* » (PEGI) quelque année plus tard (Alvarez et Djaouti, 2010).

En 1996, Lloyd Rieber établit un rapprochement entre la théorie des modèles mentaux et la manière dont les enfants jouent à des jeux vidéo. La théorie des modèles mentaux est les représentations mentales d'un concept acquis. Selon Rieber (1996) les jeux servent de véhicule pour jouer, mais aussi pour imiter, deux fonctions que Jean Piaget chercheur bien connu pour ses travaux en psychologie du développement considère comme cruciales dans le processus d'apprentissage.

À la fin des années 90, les travaux de Rieber *et al.* (1996) sur le rôle de la charge cognitive dans la fixation de la mémoire et le rôle de la proximité entre le message et l'image ont amélioré la compréhension du design des interfaces dans la conception des jeux vidéo. Jouer et imiter sont des stratégies d'apprentissage naturelles au cours desquelles les enfants sont des experts. Selon Rieber *et al.* (1996) avoir du succès en jouant à un jeu vidéo peut nécessiter une pensée critique et même la résolution de problèmes.

En 1999, ce fut la sortie du livre blanc sur l'utilisation des jeux vidéo utilitaires de Sawyer Benjamin. Le livre est intitulé « *Serious Game : Improving Public Policy with Game Based Simulations* ». Le terme « *Serious Games* » a été ajouté en raison des stéréotypes véhiculés dans la population américaine, notamment que le jeu vidéo est destiné aux enfants et qu'il n'est pas sérieux pour un adulte d'y jouer (Alvarez et Djaouti, 2010).

En 2000, Keller présente un modèle motivationnel simplifié qui s'applique lors de la conception d'un jeu vidéo sérieux. Les composantes de la théorie de la motivation de

Keller sont l'attention, la pertinence, la confiance et la satisfaction (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*). Ces quatre éléments requièrent de l'imprévue, des exercices de résolution de problème stimulant et signifiant au début d'un parcours adapté au niveau de l'élève (il doit croire qu'il peut y arriver) et enfin une variété d'événements d'apprentissage. Pour construire la confiance des élèves, Keller (2000) mentionne qu'il faut expliquer aux élèves ce que l'on recherche, notamment les objectifs d'apprentissages attendus. Il faut mettre en place un environnement où l'élève se sent en confiance, où il peut faire des erreurs et recommencer sans être pénalisé. Keller insiste d'ailleurs sur l'importance de la rétroaction rapide et positive pour reconnaître l'effort et le plaisir dans l'apprentissage (Keller, 2000).

Depuis les années 2000, l'intérêt pour le domaine du jeu sérieux s'accroît, notamment un chercheur connu du domaine du jeu sérieux, Espen Aarseth lance en juillet 2001, « *The international journal of computer game research* » (Schmoll, 2011).

Et finalement, en 2002 la sortie du titre à succès « *America's Army* » et la fondation par Benjamin Sawyer de l'organisme indépendant pour promouvoir et développer les jeux sérieux « *The Serious Games Initiative* ».

1.5.1.2.2. La situation actuelle des jeux sérieux « *Serious Games* »

Actuellement, il existe de multiples appellations pour les jeux sérieux, entre autres « *Serious Games* », jeu sérieux, simulation, jeu de simulation, jeu ludo-éducatif, etc. Cette diversité d'appellation et de définition est non convergente entre les auteurs du domaine et complique l'avancement des connaissances, en particulier si les chercheurs veulent utiliser la triangulation des résultats de recherches (Alvarez et Djaouti, 2010 ; Sauvé, Renaud et Kaufman, 2010a). Plusieurs experts du domaine de connaissance,

notamment Sauvé *et al.* (2010a), affirment qu'il est important de définir ce qu'est un JSÉ par rapport à la simulation et au jeu de simulation. Ils ont identifié six critères essentiels : 1) le joueur, 2) le conflit, 3) les règles, 4) le but du jeu, 5) le caractère artificiel et 6) le caractère éducatif. Selon les auteurs, le caractère artificiel du jeu est un élément primordial puisqu'il identifie ce qu'est un JSÉ par rapport à la simulation et au jeu de simulation qui est une représentation plus ou moins détaillée de la réalité.

Lavigne (2012) appui cette affirmation lorsqu'il indique qu'un jeu de simulation n'est pas un JSÉ puisqu'il est une représentation de la réalité. Cette définition du jeu adhère aux règles de Roger Caillois qui spécifie qu'un jeu doit être irréel. Tandis qu'Alvarez et Djaouti (2010) définissent le jeu sérieux comme « une application informatique, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux, tels que l'enseignement et l'apprentissage, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo » (p. 15).

La popularité du jeu vidéo est impressionnante. Les études de marché ont estimé que le marché mondial des jeux vidéo s'établirait à 153 milliards de dollars en 2018, et confirment que les jeux sérieux représentent une portion importante de l'avenir pour cette industrie (Göbel, Hugo, Kickmeier-Rust et Egenfeldt-Nielsen, 2016). Selon « *l'Entertainment Software Association* » (2015, cité par Green et Seitz, 2015), 40 % des Américains de tous âges et sexes disent jouer à des jeux vidéo au moins trois heures par semaine.

Le JSÉ est un domaine nouveau en pédagogie et il est en pleine croissance (Cai et Goei, 2014). Depuis 2002, les recherches sur le JSÉ se sont multipliées et ont fait apparaître une association comme le « *Games And Cultures* » de Sage et le « *Digital Games Research Association* » (DiGRA) (Schmoll, 2011). Toutefois, les données sur le

potentiel éducatif des JSÉ sont peu nombreuses et de nouvelles recherches doivent être entreprises dans ce domaine étant donné que peu de jeux ont été évalués dans des recherches empiriques (Argenton, Muzio, Shek, et Mantovani, 2015) pour leur potentiel pédagogique.

1.5.1.3 La dimension ludique du jeu

Une étude a été effectuée par Lavigne (2012) sur l'évaluation de plusieurs jeux sérieux par des élèves. L'objectif de la recherche était d'évaluer le côté ludique et interactif des jeux sérieux et de comprendre la perception des étudiants. Selon Lavigne (2012), le concept de jeu sérieux a la particularité d'affronter deux dimensions, soit celui du ludique et du sérieux. Par contre, il y a un conflit entre les deux. En effet, il est difficile d'intégrer une dimension sérieuse au plaisir de jouer puisque le jeu lui-même doit permettre une sensation de liberté et d'irréel. Selon cet auteur, il s'agit d'un défi important d'absorber de nouvelles données tout en s'amusant. Cependant, le plaisir de chercher et de découvrir la réponse à une énigme est source de plaisir, il faut le favoriser en ajoutant une résistance pour que le défi soit perçu comme une compétition par les élèves. Lavigne (2012) conclut que le jeu sérieux limite la liberté d'action de l'élève.

Les distinctions entre les garçons et les filles sont importantes. Pour développer un jeu qui plaira autant aux garçons qu'aux filles, il faut tenir compte des préférences des joueurs, que ce soit pour le jeu ou pour l'apprentissage (Göbel *et al.*, 2016). Les concepteurs de JSÉ doivent connaître les différences de goût entre les sexes. Les résultats de la recherche de trente-quatre enfants de Kayali *et al.* (2015) démontrent que les filles et les garçons de 8 ans ont, en général, des préférences différentes,

notamment en ce qui a trait au choix de leur personnage favori, aux couleurs et au déroulement de l'histoire. Les filles préfèrent voir des humains dans l'histoire avec des traits doux et chaleureux, elles préfèrent les couleurs pastel, dont le rose, le jaune, le bleu et le vert. Leurs animaux favoris des filles sont les chiens, les escargots, les tortues, les fourmis, les chats, les papillons et les calmars. En général, elles préfèrent un scénario complexe du début jusqu'à la fin, comme sauver une personne de la noyade ou trouver des amis. Elles sont plus motivées par l'évolution des personnages que les armes. De leur côté, les garçons s'intéressent aux personnages fantastiques, comme des monstres, des dragons, des étrangers et des robots. Leurs animaux favoris sont des oiseaux, des chiens, des requins, des singes et des serpents. Les garçons s'intéressent moins aux personnages réels; ils préfèrent des personnages avec plusieurs têtes, plusieurs bras et qui sont dangereux. Ils préfèrent des couleurs plus sombres de bleu, noir, vert, brun et rouge. Les garçons s'intéressent moins par une histoire globale, mais sur l'apparence et les capacités de nombreux personnages différents. Le principal intérêt des garçons est de battre les méchants et les combats doivent faire partie de l'histoire principale.

Tenir compte des préférences du joueur est essentiel comme l'indique Csikszentmihalyi (1990) dans la théorie du « flow ». Pour favoriser le plaisir dans le jeu, on doit prendre en considération la théorie du « *flow* » de Csikszentmihalyi (1990). Selon cette théorie, pour que le jeu demeure une activité amusante et motivante il doit offrir une expérience qu'il nomme le « *flow* ». Il la décrit comme une activité qui apporte par elle-même un sentiment de satisfaction et d'immersion.

Chen (2007, cité par Göbel et Wendel, 2016) propose une version personnalisée du concept du « *flow* » pour les jeux vidéo. Il inclut dans sa version trois conditions

essentielles pour que l'effet se concrétise : le jeu doit offrir une gratification, des défis intéressants et être adapté aux compétences des joueurs (figure 1). Finalement, il doit permettre au joueur d'avoir un contrôle sur le jeu.

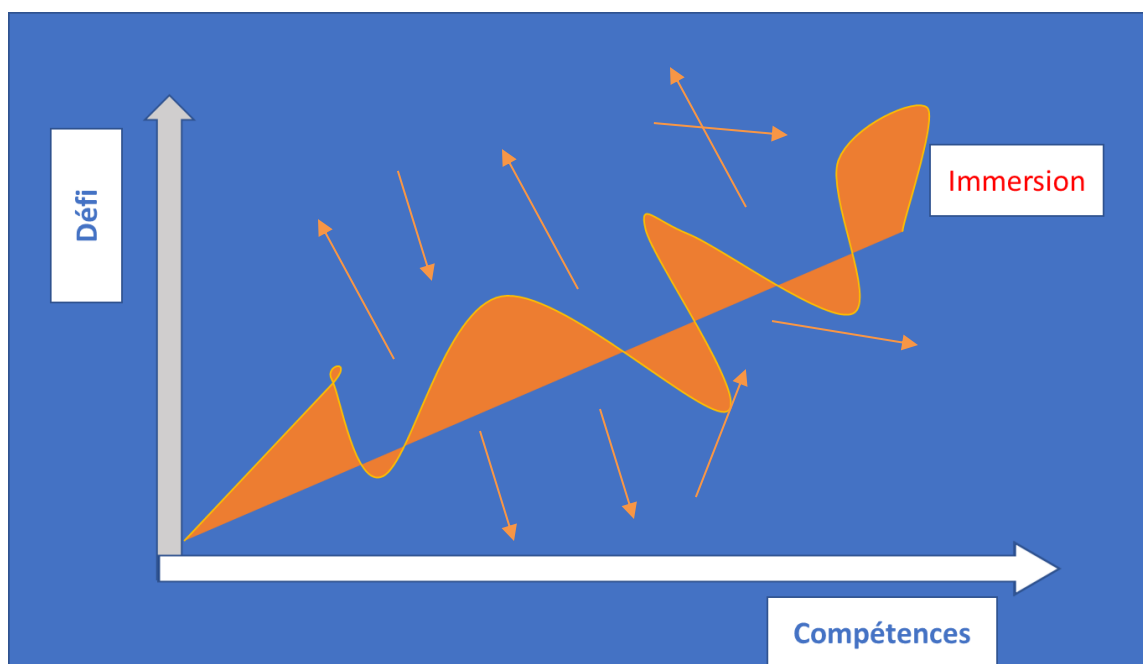


Figure 1 : L'expérience du « flow » inspirée de Chen (2007, cité par Göbel et Wendel (2016)

Malgré tout, il faut rester vigilant, car il y a encore beaucoup trop de jeux qui tombent dans l'oubli parce que les enfants se rendent compte qu'il y a un objectif sérieux (Schmoll, 2011). Le fait de ne pas intégrer les deux dimensions d'une manière cohérente amènera assurément à un constat d'échec.

1.5.1.4 Le scénario et la narration

L'importance de la narration dans les JSÉ est significative, entre autres dans la trame narrative et la séquence des événements. Pour favoriser la convergence des scénarios, il faut intégrer la narration dans une histoire crédible. Pour ce faire, il faut tenir compte de plusieurs éléments qui composent un scénario, basé sur un schéma narratif

notamment la situation initiale, l'élément perturbateur, le développement, la résolution et le dénouement. Cependant, adapter la trame narrative dans un environnement interactif comme le jeu vidéo présente une difficulté supplémentaire, puisque le scénario de narration change selon la réaction et les décisions du joueur, elle doit suivre les actions posées par les joueurs à mesure que le jeu avance, ce qui rend la conception d'un jeu sérieux si complexe (de Castell, Jenson, et Taylor, 2010). Ceci n'est pas le cas pour un film par exemple qui utilise une trame narrative linéaire et non interactive. Selon Bizzocchi (2010), une narration bien adaptée peut améliorer le transfert de connaissances qu'il relie au constructivisme. Mais qu'est-ce qu'une narration bien adaptée dans un scénario de jeu éducatif ? Une narration se doit d'être claire, simple, facile à comprendre et capter l'intérêt de l'élève. (Argenton *et al.*, 2015)

Les concepteurs de jeux utilisent deux approches : celle du récit (histoire) et celle du jeu (interaction) pour améliorer le plaisir dans la pratique des joueurs. Cependant, ces deux approches sont différentes et conflictuelles. La narration d'un récit implique l'utilisation d'une approche linéaire dans sa création et l'approche du jeu met l'accent sur la participation des joueurs, c'est-à-dire l'interaction. Ce conflit est nommé le paradoxe narratif et présente une difficulté importante pour l'intégration d'un récit intéressant dans un jeu interactif et qui permet aux joueurs d'influencer le déroulement de l'histoire (Göbel et Wendel, 2016). Ces auteurs définissent les JSÉ comme un support de communication non linéaire interactif avec une interaction perpétuelle des joueurs.

Selon Aarseth (2012), on doit envisager la conception d'un jeu sérieux sur un modèle hybride qu'il nomme « ludo-narratif » (p. 6). Il indique que la façon la plus efficace pour la création de contenus « ludo-narratifs » est d'investir dans la création d'éléments de

caractère signifiant et intéressant pour les personnages qu'il nomme « Agents » (p. 5). Malheureusement, la réalité est tout autre, Marfisi-Schottman, Sghaier, George, Tarpin-Bernard et Prévôt (2009) ont constaté que les entreprises commerciales conçoivent des jeux sérieux amusants au détriment de l'aspect éducatif, tandis que les chercheurs dans le domaine de l'apprentissage ont conçu des jeux avec une dimension sérieuse intéressante, mais qui rebute le public. Le but de la conception de notre jeu serait donc d'être amusant et motivant tout en favorisant l'apprentissage de la lecture.

1.5.1.5 L'interactivité et l'action

Comme nous l'avons décrit dans la section sur la narration, l'interactivité est primordiale dans un jeu vidéo et comprend beaucoup plus que l'utilisation des périphériques de l'ordinateur, comme les touches du clavier et la souris pour suivre un parcours.

Aujourd'hui, les jeux vidéo sont riches en contenus vidéo, graphiques et sonores et permettent d'interagir avec le scénario. Bien entendu l'apport des technologies permet d'améliorer l'interactivité dans les jeux, particulièrement dans la modification des comportements et des traits faciaux des personnages de jeu (Avatar), les concepteurs doivent donc tenir compte de cet élément important pour améliorer l'immersion. Selon DiPaola (2010), la communication est plus réaliste lorsqu'elle est appuyée par des émotions qui renforcent le message verbal. L'animation des expressions faciales est complexe et prend beaucoup de temps. Toutefois, le transfert des émotions est un élément à envisager puisqu'il a une incidence positive sur la persévérance.

L'interactivité du joueur a aussi son importance puisque le joueur, par ses actions et comportements, ajoute une dimension au jeu. Il peut alors modifier le déroulement du jeu selon ses décisions (de Castell *et al.*, 2010).

Juul (2005) a identifié deux catégories de jeux sérieux qu'il nomme « jeux de progression » et « jeux d'émergence » (p.166). Le jeu sérieux de progression est basé sur un scénario créé par un concepteur. Il a un début, une fin et des éléments qui progressent tout au long du scénario pour capter l'intérêt du joueur, comme les jeux d'aventures. À l'inverse, les jeux d'émergence sont basés sur des règles qui interagissent continuellement pour transformer de nouvelles expériences intéressantes. Dans ce type de jeu, il faut savoir intégrer les informations, c'est-à-dire les connaissances entre le joueur et le personnage virtuel qui est animé par des éléments d'intelligence artificielle (IA).

Certains jeux sérieux démontrent un aspect si intéressant pour les joueurs qui veulent intégrer le personnage pour vivre leurs fantasmes et désirs. L'idée est que le personnage virtuel et le joueur doivent travailler ensemble pour réaliser un bon résultat durant le parcours du jeu. Chacun d'eux a des connaissances spécifiques et leur alliance est nécessaire pour avoir du succès dans le jeu (Gee, 2005).

1.5.1.6 La motivation

Le JSÉ influe positivement sur la motivation et l'éveil à apprendre. Plusieurs jeux sont conçus selon le niveau du joueur. Dans ce cas, le niveau de difficulté s'ajuste automatiquement selon les résultats, ce qui améliore la motivation et la persévérance. L'amélioration de la motivation est reliée principalement à deux axes pour le joueur, soit celui de conserver ce qu'il a effectué durant le jeu et celui de le partager avec ses pairs. Le jeu permet aussi de personnaliser l'apprentissage et le rend adapté aux élèves en difficultés puisqu'il permet de varier la cadence. Cependant, certaines contraintes intégrées dans les jeux peuvent avoir l'effet contraire, notamment une contrainte de

déplacement qui demande au joueur de changer d'interface parce qu'il a atteint un palier supérieur. Il est préférable d'intégrer un algorithme qui sélectionne le prochain exercice selon les capacités du joueur en conservant un scénario cohérent; c'est plus motivant et amusant pour l'élève (Mildner, Stamer et Effelsberg, 2015).

Le JSÉ offre un espace de socialisation et d'entraide entre les pairs et la possibilité de construire son propre savoir (la métacognition). D'un point de vue sociocognitif, l'élève apprend dans un espace qui permet l'erreur sans pour autant être jugé, notamment pour découvrir les réponses aux énigmes. Mais il est essentiel, comme l'indique Keller (2000), de bien définir les besoins des élèves, leurs capacités d'apprentissage, et de former les enseignants et les élèves à l'utilisation du jeu.

Le JSÉ offre la possibilité de faire des choix, et même d'offrir aux joueurs un certain contrôle. Apprendre à travers un JSÉ peut permettre d'améliorer l'estime de soi et le sentiment d'efficacité (Gastineau *et al.*, 2012). Pour améliorer la motivation, le jeu doit aussi favoriser la compétition, notamment la lutte entre joueurs ou avec soi-même, et en mode coopératif lorsqu'un groupe de personnes travaillent ensemble à résoudre un problème et à faire avancer une cause (Sauvé *et al.*, 2010a).

Plusieurs études sur le JSÉ (Chuang et Chen, 2009; Trooster, 2014; Wix, 2012) démontrent les avantages d'utiliser un JSÉ sur le comportement des élèves, entre autres sur la motivation intrinsèque et la persévérance. Les enfants disent se sentir mieux et aimer réaliser leurs apprentissages. Le résultat de ces recherches indique que l'interaction et la collaboration que le jeu apporte sont des éléments clés pour la réussite scolaire. Toutefois, même si ce domaine de recherche est en croissance, les données pour valider sa pertinence sont rares (Trooster, 2014).

Un aspect souvent oublié pour améliorer la motivation est son adaptabilité au style de jeu et d'apprentissage de l'élève. L'adaptabilité augmente les chances de succès en termes d'amusement et d'apprentissage.

La personnalisation du jeu est un autre facteur important sur la motivation. La personnalisation désigne un changement dans les éléments du jeu, selon les actions du joueur, notamment les caractères des personnages, les scénarios, l'environnement, le niveau de difficulté, etc. De même, la personnalisation permet aux joueurs un certain contrôle sur leurs actions dans le jeu, il fournit au joueur des objectifs clairs à des moments appropriés, il apporte un sentiment d'immersion, c'est-à-dire l'expérimentation d'une implication profonde et plaisante lors des sessions de jeu, et favorise des occasions d'interaction sociale (Göbel et Wendel, 2016). Selon les auteurs, la personnalisation est basée sur des règles et des techniques qui adaptent le contenu au profil du joueur selon des normes et des données strictes et balisées. Cependant, la personnalisation est complexe, elle requiert la programmation d'algorithmes, pour collecter les données sur les actions du joueur, les analyser et par la suite adapter le parcours du jeu selon les résultats obtenus.

Bartle (1996) propose un modèle du joueur qui se caractérise selon quatre types, et décrit leurs particularités, telles que leurs interactions, avec l'univers du jeu et leurs comportements avec les autres joueurs. Selon Bartle (1996), deux axes divisent les joueurs : action/interaction et joueur/monde. Le type de joueur définit s'il privilégie d'agir ou interagir avec les joueurs ou le monde. Entre autres, le tueur (*Killer*) est très compétitif, il veut gagner et être le premier; le social (*Socialiser*) préfère le contact et la coopération, il ne s'intéresse pas aux jeux en solitaire; l'explorateur (*Explorer*) s'intéresse aux détails du jeu, il veut tout connaître; et, finalement, le collectionneur

(*Achiever*) recherche la finalité, il veut posséder tous les objets et gagner tous les prix offerts.

Göbel et Wendel (2016), proposent le modèle d'évaluation à trois niveaux du jeu en continu « Narrative game-based learning objects » (NGLOBs) qui évalue continuellement durant le jeu le comportement du joueur et de l'apprenant et fait constamment les mises à jour des deux modèles (le joueur et l'apprenant). À partir des nouvelles données, le jeu s'adapte au joueur, en modifiant les exercices, le parcours du jeu et même le scénario. Les modifications sont effectuées selon le contexte de jeu, des modèles du joueur et de l'apprenant et des types de connaissance à transférer.

Les méthodes et concepts élaborés dans un cadre technique à trois niveaux de Göbel et Wendel (2016) sont :

1. Le niveau supérieur contient la base théorique, qui inclut les méthodes, les concepts, les modèles narratifs du scénario, les modèles de l'apprenant et les modèles du joueur.
2. Le niveau du milieu nommé « exécution » contient trois unités principales : le moteur de l'histoire comme unité de contrôle globale, le moteur d'apprentissage (adaptatif) et le moteur de jeu. Le moteur de jeu et le moteur d'apprentissage évaluent les comportements du joueur durant le jeu, l'analysent et envoient des interventions adaptées en continu durant le parcours du jeu.
3. Le niveau inférieur contient les bases de données.

Pour que la motivation soit à son apogée, un jeu doit avoir une histoire captivante qui favorise l'intrigue en étant amusante, et qui soit adaptée aux compétences de l'élève (Göbel et Wendel, 2016). En plus, le jeu doit produire des actions qui intéressent l'élève

et qui l'incitent à vouloir connaître la suite. Selon Gee (2005), l'interactivité du jeu permet à l'élève d'être actif. Lorsqu'il décide de réaliser une action, le jeu réagit, ce qui pousse le joueur à continuer, il est motivé par ce qui va se passer.

1.5.1.7 Les risques associés au jeu vidéo

Les risques associés au jeu vidéo particulièrement en milieu éducatif sont variés. Il s'agit du risque d'augmenter le niveau de violence des joueurs, la radicalisation, la dépendance, la confidentialité des informations, la pertinence de l'apprentissage et la rentabilité. Ces risques sont tous importants et doivent être analysés de manière objective avant de les intégrer dans le coffre à outils des enseignants.

Pour ce qui est de la violence, celle-ci est omniprésente dans les jeux vidéo. Depuis la création de l'*Entertainment Software Rating Board* (ESRB) en 1994, plusieurs études ont été réalisées pour évaluer les effets de la violence des jeux vidéo sur les enfants. Selon Uhlmann et Swanson (2004), le sujet est controversé puisque la majorité des joueurs croient que la violence dans les jeux n'a aucune incidence sur leur comportement. Cependant, les résultats de la recherche d'Uhlmann et Swanson (2004) démontrent qu'ils ont été influencés inconsciemment. Par contre, plusieurs études arrivent à des conclusions différentes, particulièrement les tenants de la théorie de la « catharsis », qui prétendent que jouer à des jeux violents est un exutoire et permet au joueur de passer son agressivité à travers le jeu (Schmoll, 2011).

En plus de la violence, d'autres controverses sont engendrées par le contenu que l'on retrouve dans les jeux vidéo, particulièrement la sexualité et le racisme. Sans oublier le risque de dépendance qui est régulièrement mentionné par les parents et le personnel du milieu de l'enseignement (Chuang et Chen, 2009). Pourtant la réalité est tout autre,

des études ont démontré que seulement une infime partie de la population de joueurs est cyberdépendante (Tisseron *et al.*, 2006, cités par Schmoll, 2011).

Par ailleurs, une étude de Green et Seitz (2015) a démontré qu'en milieu éducatif, une période trop grande d'utilisation de jeu vidéo représente un risque de diminuer l'attention en classe et même d'augmenter les risques de dépendance. Green et Seitz (2015) recommandent de ne pas jouer plus d'une heure par jour. En définitive, pour améliorer l'acceptabilité des jeux sérieux, nous allons dans le sens de de Castell *et al.* (2010), qui mentionnent qu'il faut s'assurer d'éviter les contenus violents, misogynes et racistes dans les jeux sérieux. Ensuite, comme ce n'est pas tous les jeux qui ont un effet positif, notamment l'amélioration de la concentration et de la motivation des élèves, les concepteurs doivent les créer spécifiquement pour améliorer les tâches cognitives et tenir compte des théories et concepts du domaine, entre autres la personnalisation, la période de jeu et la cohérence du scénario (Green et Seitz, 2015).

Il y a aussi les questions juridiques et de sécurité qui représentent des risques importants tel que les droits de propriété intellectuelle, la protection des données et la vie privée, notamment dans le contexte de jeux éducatifs personnalisés ou de jeux pour l'amélioration de la santé. La collecte de données sur les élèves et leurs activités sont des informations sensibles qui doivent être protégées. La sécurité de telles données comporte un défi éthique important, sans oublier les questions de localisation et d'interprétation des informations recueillies. La gestion des données doit obligatoirement suivre un protocole strict et sécuritaire, particulièrement lorsque les données sont transmises à travers le Web (Göbel *et al.*, 2016).

La conception de JSÉ est complexe, ce qui les rend coûteux à développer, et comme ils répondent aux besoins de groupes spécifiques, ils sont difficiles à rentabiliser. La personnalisation d'un jeu sérieux par le changement de comportement du joueur représente un des défis majeurs dans le domaine. La recherche sur les jeux sérieux est un domaine d'étude multidisciplinaire, jeune, et en pleine croissance. Il englobe plusieurs disciplines, telles que les arts, les sciences humaines, les sciences sociales, la psychologie, la conception, l'informatique, l'ingénierie, la gestion de projet, etc. Cette diversité fait partie de sa force, mais aussi un de ses défis. Les clients s'attendent à ce que les JSÉ aient la même qualité que les jeux vidéo commerciaux à succès (avec des budgets de développement d'au moins 1, 5 millions de dollars canadiens), mais en dépensant dix fois moins. La réalité c'est que la conception des JSÉ existants a bénéficié de faibles budgets pour leur développement et est en général de mauvaise qualité (Göbel *et al.*, 2016).

Une piste de solution pourrait venir de l'étude de Tinwell et Sloan (2014), qui mentionne qu'il y a un risque à utiliser un jeu trop réaliste, Tinwell et Sloan nomment leur concept « *falling into the uncanny valley* ». Ce concept décrit que, plus une scène est réaliste, plus les joueurs sont méfiants. En plus, la conception d'un univers virtuel réaliste est très complexe et demande un apport financier important. L'auteur recommande de construire un environnement plus simple qui n'est pas vraiment réaliste et qui respecte l'esprit d'un jeu, comme le mentionne Lavigne (2012). En effet, un jeu doit rester un jeu. Un tel jeu sera mieux accepté par les joueurs et moins dispendieux à concevoir (Mildner et Mueller, 2016). En plus, il est judicieux d'envisager l'utilisation des objets numériques qui sont offerts dans les moteurs de jeu. Ils permettent de réduire le temps et le coût de la conception.

1.5.1.8 La dimension sérieuse du jeu (le transfert de connaissances)

Le jeu est essentiel dans l'univers des enfants, car il les amène dans une zone de confiance. Le jeu se vit dans un espace protégé du réel, et il permet d'apprendre par essai et erreur, sans jugement ou risque, tout en s'amusant. Pour qu'un JSÉ soit efficace, il faut recréer la dimension ludique en conservant un environnement irréel pour mettre en confiance les élèves dans leur apprentissage de nouvelles connaissances. Malheureusement, intégrer les deux dimensions dans un même jeu vidéo représente un défi colossal. Comme l'indique Hotte (2016), la complexité de la conception d'un JSÉ se présente lors de l'intégration de contenu éducatif dans le scénario du jeu. Le défi est de créer un jeu intéressant du point de vue ludique et qui permet un transfert de connaissances pertinent et efficace.

Le jeu sérieux n'est pas perçu par tous les intervenants comme une activité sérieuse, mais plutôt comme un loisir qui n'a pas à produire de valeur (Djaouti, 2011). Selon eux, on joue dans un espace-temps bien précis, pour se relaxer et pour sortir de notre quotidien. Cependant, plusieurs recherches et écrits ont démontré les avantages des JSÉ pour l'apprentissage de façon générale et ont reconnu que les JSÉ sont une forme d'apprentissage dite active qui est reconnu plus efficace qu'une méthode passive (Argenton *et al.*, 2015 ; Earp, Catalano et Mortara, 2015; Sauvé, Renaud et Kaufman, 2010b; Tobias et Fletcher, 2012; Wastiau, Kearney et Van Den Berghe, 2009; Wix, 2012).

Selon Green et Seitz (2015), les jeux sérieux qui offrent un fort potentiel éducatif sont les jeux d'action qui incluent des paramètres complexes en 3D. Ces jeux sont fondés sur des interactions simultanées, comme par exemple, les cibles se déplacent

constamment et requièrent l'attention constante, ce qui demande au joueur de réagir rapidement, et avec précision. Green et Bavelier (2012) ajoutent que les jeux vidéo d'action améliorent l'acuité visuelle, la concentration, la vision périphérique, la mémoire de travail et le multitâche.

Un JSÉ peut améliorer les capacités cognitives des élèves et le transfert de connaissances, il sollicite les connaissances antérieures, les capacités d'observation et de concentration, il augmente les aptitudes organisationnelles, l'intégration de concepts et améliore les habiletés de résolution de problèmes (Sauvé *et al.*, 2010b). Cependant, les concepteurs de jeux sérieux doivent intégrer les caractéristiques qui influencent l'apprentissage et les intégrer dans les jeux sérieux (Sauvé, 2010). Selon cet auteur, les jeux favorisent les stratégies métacognitives, elle met en évidence que la répétition améliore les habiletés et la rétention des acquis. De plus, il est nécessaire d'utiliser le renforcement positif durant la rétroaction puisqu'il apporte un sentiment de bien-être et de satisfaction. Sauvé (2010) indique d'ailleurs l'importance du fractionnement du contenu en incorporant graduellement le niveau des exercices. Les recherches de Sauvé (2010) arrivent à la même conclusion que les recherches sur les stratégies cognitives de Moreno (2006), à savoir que lorsque l'on commence l'apprentissage d'un nouveau domaine, il est difficile de régulariser le flux des nouvelles connaissances. Sauvé (2010) revient également sur l'importance du plaisir dans le jeu ainsi que de la compétition et du défi qui favorise la motivation intrinsèque et, par le fait, même l'apprentissage.

Une étude a été réalisée en 2009 dans huit pays européens sur l'utilisation des jeux électroniques (incluant l'ensemble des jeux vidéo offert sur les différentes plateformes) dans le milieu scolaire. Les objectifs de l'étude étaient de valider la pertinence des jeux

électroniques pour la pédagogie et comprendre les critères pour engager l'industrie des jeux en éducation (Wastiau *et al.*, 2009). Selon les auteurs, les expériences sont positives, mais sont peu fréquentes et ils recommandent de continuer à développer cet outil d'apprentissage en se basant sur les connaissances cognitives actuelles.

La recherche de Wix (2012) est une expérimentation de huit jeux sérieux en milieu naturel. Les résultats dévoilent un taux de satisfaction de 96 % chez les enseignants impliqués. L'utilisation des jeux sérieux a eu un effet positif sur la motivation des élèves, notamment sur le présentéisme et sur la participation aux activités scolaires. Les enseignants s'accordent pour dire que les élèves sont plus motivés et que leurs habiletés sociales et cognitives s'améliorent. On constate que les JSÉ améliorent la concentration, et la métacognition (l'élève choisit sa stratégie d'apprentissage, ce qui lui permet de reconnaître ce qu'il doit améliorer et comment il va s'y prendre) des élèves. Les enseignants indiquent que les jeux efficaces intègrent dans un scénario crédible des exercices d'apprentissage. Selon eux, les facteurs de succès d'un jeu sérieux sont le côté ludique, des objectifs clairs, un transfert de connaissances qui suit une évolution graduelle, la coopération entre élèves, l'interactivité du jeu, l'apprentissage par essais et erreurs et une rétroaction immédiate et permanente des résultats obtenus.

Actuellement, l'un des plus grands défis des établissements scolaires est de s'adapter à la génération numérique qui a développé un nouveau style cognitif; les élèves de cette génération préfèrent l'apprentissage multitâches, ont une attention courte et des stratégies basées sur l'exploration et la découverte (Sauvé *et al.*, 2010a). Les JSÉ sont une option intéressante pour la génération numérique. Cependant ils sont difficiles à intégrer dans le système scolaire actuel. Puisque les enseignants doivent suivre un programme spécifique qui met l'accent sur le transfert de connaissances et de

compétences et que les technologies éducatives qui équipent les établissements scolaires varient d'une région à l'autre. Certaines technologies ne sont pas disponibles pour tous les élèves et les enseignants du primaire. Dans cet environnement, les enseignants peuvent être réticents à utiliser des méthodes alternatives pour l'apprentissage dans leur classe. En effet, le milieu scolaire est souvent résistant aux changements (Gee, 2005). L'intégration des JSÉ en classe fait face à un défi technologique dans l'enseignement primaire, les compétences technopédagogiques des enseignants et le temps nécessaire pour développer un jeu à partir de zéro sont des obstacles importants pour engager les enseignants du primaire à développer leurs propres jeux informatiques (Romero et Barma, 2015). Les auteurs recommandent de créer un inventaire des jeux sérieux disponibles pour chacun des domaines de connaissances, de standardiser les technologies éducatives disponibles dans les écoles et d'ajouter une formation en technopédagogie dans le curriculum des futurs enseignants.

De plus, dans la réalité, l'élève a souvent le sentiment que l'erreur n'est pas permise, ce qui le brime dans son parcours d'apprentissage (Schomll, 2011). Le JSÉ pourrait y remédier en plus d'être amusant, il permet aux élèves d'être actifs dans leur apprentissage. Le JSÉ dédramatise l'apprentissage en mettant à l'avant-scène le plaisir d'apprendre (Schomll, 2011).

1.5.1.9 La conception

Mais comment concevoir un JSÉ pertinent ? Pour créer un JSÉ pertinent, il faut une connaissance approfondie des différentes théories de l'apprentissage et du jeu.

Notamment, que l'apprentissage fonctionne mieux lorsque les nouveaux défis sont

frustrants, mais amusants et qu'ils sont à l'intérieur de la zone de compétence de l'élève. De plus, les élèves doivent ressentir que leur effort est payant, même quand ils échouent, ils doivent sentir qu'ils font des progrès (Djaouti, 2011). Un bon apprentissage exige que les élèves soient des acteurs et non des destinataires passifs. Les concepteurs doivent appliquer les principes efficaces pour l'apprentissage dans les JSÉ, entre autres :

- La cohérence des deux dimensions du jeu. Les études démontrent qu'il est essentiel d'utiliser la théorie d'apprentissage la mieux adaptée au transfert de connaissance recherchée et de l'intégrer harmonieusement dans les mécaniques du jeu. Les mécaniques d'apprentissages dans les JSÉ démontrent l'interdépendance des concepts d'apprentissage avec les mécaniques du jeu, il est clair qu'il y a un chevauchement des théories d'apprentissage utilisées dans les JSÉ. En plus, pour être efficace, il faut relier les mécaniques de l'apprentissage aux mécaniques du jeu et comme l'indique Patino, Romero et Proulx (2016), il faut faire la bonne association entre les deux types de mécaniques. Patino *et al.* (2016) recommande au concepteur de jeu l'utilisation du modèle « *Learning Mechanics - Game Mechanics* » (LM-GM) de Arnab *et al.* (2013).
- L'intégration de périodes de réflexion. Les JSÉ doivent se différencier par rapport aux jeux vidéo commerciaux, puisque la cadence des interactions dans les jeux vidéo commerciaux est rapide et n'offre pas de périodes de réflexion. Ces périodes de réflexion sont essentielles pour l'apprentissage. Dans une étude récente, Marsh (2015), explore les possibilités de manipuler des périodes

de jeu rapide avec des espaces de réflexion pour le joueur, mais sans perdre leur motivation. Marsh décrit l'expérience des joueurs comme positive, les périodes qui demandent de réfléchir sont intégrées dans des périodes de jeu rapide pour promouvoir l'engagement. Les périodes de jeu lent produisent des espaces de questionnement et offrent à l'élève la possibilité de réfléchir, ce qui favorise l'apprentissage. La conception d'un JSÉ à cadence variable est un tour de force, puisqu'il doit, à travers l'interactivité joueur-machine, conserver la motivation intrinsèque des participants. Pour que l'élève reste motivé à jouer avec le jeu, il doit lui permettre de réaliser que les périodes de réflexion l'amènent à améliorer ses performances et par le fait même ses compétences (de Castell *et al.*, 2010).

- L'intégration de la confusion. Craig *et al.* (2004) suggèrent au concepteur de JSÉ d'introduire un certain niveau de confusion pour optimiser l'apprentissage. Le concept de confusion dans les jeux vidéo peut être un facteur positif dans le domaine de l'éducation, cependant seulement certains types de confusion améliorent l'apprentissage. Il faut tenir compte de l'état affectif de la confusion, notamment l'ennui et le « *flow* » dans l'apprentissage. Il y a un gain d'apprentissage positif avec le « *flow* », mais on constate une corrélation négative avec l'ennui. Ce qui est compatible avec le cadre théorique de Csikszentmihalyi (1990). L'état affectif de la confusion a un rôle important dans le processus d'apprentissage.

- La personnalisation du jeu. El-Kechaï, Melero et Labat (2015) décrivent un modèle pour adapter le transfert de connaissances lors de la conception des JSÉ, le « *Competence-based Knowledge Space Theory* » (CbKST) (Augustin et al., 2013, cités par El-Kechaï et al., 2015). La CbKST utilise trois concepts : la relation de préséance pour l'acquisition de compétences, les prérequis et le « *competence state* » (CS) c'est-à-dire, les différentes combinaisons de compétences, et finalement, la structure de compétences qui représente l'ensemble des CS du domaine de connaissance (El-Kechaï et al., 2015). El-Kechaï et al. (2015) recommandent l'utilisation de la Q-Matrice (Tatsuoka, 1983, cité par El-Kechaï et al., 2015) si « le modèle d'apprentissage n'est pas disponible » (p. 4). Selon El-Kechaï et al. (2015), la Q-Matrice peut générer la structure de compétence d'un jeu et permettre l'évaluation des connaissances et l'avancement de l'apprentissage dans les JSÉ. Les auteurs ajoutent que « la Q-Matrice peut faciliter le travail des experts quand les liens entre les compétences sont difficiles à établir » (p. 11).
- Un autre élément important dont il faut tenir compte lors de la conception d'un JSÉ est son évaluation. La dimension sérieuse doit être évaluée selon l'apport qu'elle apporte au jeu, c'est-à-dire son aspect éducatif, transférer de nouvelles connaissances à l'apprenant, ou acquérir de nouvelles compétences (Alvarez et Djaouti, 2010). On doit aussi évaluer les données des actions du jeu par l'élève, pour ainsi effectuer les correctifs nécessaires à sa personnalisation. Les données que l'on doit analyser pour suivre l'évolution du joueur sont le temps d'apprentissage, l'efficacité de la rétroaction, les différents comportements

motivationnels, le temps de jeu, leurs commentaires, les essais et erreurs et les résultats (Andersen, Liu, Apter, Boucher-Genesse et Popovic, 2010).

Pour conclure cette section, les concepteurs d'outils pédagogiques multimédias doivent tenir compte de la charge cognitive. Moreno et Mayer (2007) proposent le modèle « *Cognitive-affective model of learning with media* » (CATLM). Ce modèle a comme objectif d'expliquer la charge cognitive de l'apprenant lorsqu'il utilise un environnement multimédia interactif. Les auteurs mettent l'accent sur l'importance de l'équilibre entre ce que peut absorber l'élève et ce que l'outil demande. Une charge trop élevée par rapport à la capacité de l'élève produira un déséquilibre cognitif et aura une incidence négative sur l'apprentissage. C'est pourquoi la cohérence est essentielle lors de la conception du matériel de cours. Tout élément non pertinent et qui nuit à l'apprentissage doit être éliminé pour réduire les tâches cognitives. Selon Moreno et Mayer (2007), les jeux sérieux peuvent promouvoir l'apprentissage, si les méthodes d'instruction qui ont été sélectionnées s'appuient sur les théories cognitives de l'apprentissage.

Moreno (2006), énonce dix principes que les concepteurs de cours doivent respecter, lors de la création d'un JSÉ :

- les élèves apprennent mieux lorsqu'ils écoutent une description et regardent un graphique que s'ils doivent lire la description et regarder un graphique en même temps ;
- les élèves apprennent mieux lorsqu'il y a des graphiques et une narration sans ajouter le texte de la narration à l'écran ;

- présenter les informations (verbales et graphiques) en même temps, et non présenté une à la suite de l'autre est préférable ;
- il est préférable de combiner plusieurs sources d'informations visuelles en même temps, si possible dans un même tableau que de les présenter séparément ;
- la cohérence est essentielle lors de la conception du matériel de cours, tout élément non pertinent ou qui nuit à l'apprentissage doit être éliminé pour réduire les tâches cognitives ;
- le transfert de connaissance est amélioré lorsque le cours inclus des graphiques et du texte qu'avec seulement du texte ;
- la rétroaction personnalisée améliore la motivation et la persévérance ;
- les élèves débutants apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent des explications sur les principes de base au début du cours que lorsqu'ils doivent les découvrir par eux même durant le parcours de la formation ;
- l'interactivité améliore l'apprentissage puisque la manipulation de l'élève le rend actif ;
- des périodes de réflexion durant l'apprentissage améliorent le transfert de nouvelles connaissances.

Comprendre l'état de la situation des jeux sérieux est essentiel avant sa conception, entre autres pour la sélection des mécaniques de jeu. Cependant, le public cible de cette étude est un enfant présentant des symptômes associés à la dyslexie. La prochaine section sur la dyslexie développementale permet de faire les choix adéquats lors de la création du jeu, notamment lors de la sélection des mécaniques pédagogiques.

1.5.2 Dyslexie développementale

Billard et Delteil-Pinton (2010) définissent la dyslexie développementale « comme un trouble de l'acquisition de la lecture avérée, durable, inattendue qui survient chez un enfant intelligent, dans des conditions d'apprentissages normales sans pathologie sensorielle, psychiatrique ou neurologique lésionnelle » (p.1734). Une grande partie des personnes dyslexiques ont des compétences phonologiques limitées, mais ce n'est pas le seul motif. Il y a aussi les personnes dyslexiques qui ont un déficit de la mémoire lexicale, ce qui les oblige à décoder les mots à chaque fois qu'il les lise, et de l'empan visuo-attentionnel (Valdois, 2016).

1.5.2.1 Historique

En 1892, le neurologue Jules Déjerine a identifié, sur un patient qui avait perdu ses habiletés en lecture, des modifications sur une région du cerveau qu'il nomme aire visuelle des mots. Cette partie du cerveau a pour fonction de déchiffrer ce que l'on voit en lui donnant un sens (Billard, 2016 ; Dehaene, 2008). Il expose alors les symptômes du patient comme une impossibilité de reconnaître les mots écrits sans pour autant perdre d'autres fonctions cognitives, comme identifier un visage ou un objet. Selon Dehaene, cette partie du cerveau est localisée dans « le sillon occipito-temporal latéral gauche » (p. 304) et les recherches dans le domaine ont démontré le rôle essentiel de cette région du cerveau pour la lecture (Dehaene, 2008 ; Etchene, 2002 ; Monzalvo, et Dehaene-Lambertz, 2013).

En 1896, W. Pringle Morgan a observé et décrit pour la première fois un cas de dyslexie développementale. Il s'agissait d'un jeune homme considéré comme ayant une intelligence normale et qui n'avait aucune difficulté dans ces cours, sauf en lecture.

Cette pathologie sera nommée cécité verbale congénitale. La communauté scientifique utilisera le terme dyslexie vers les années 1950 (Billard, 2016 ; Shaywitz et Shaywitz, 2006).

En 1900, un ophtalmologiste écossais du nom de James Hinshelwood publie une étude intitulée « Lettre, mot et cécité verbale ». Il décrit ses observations et il prédit que cette pathologie est plus présente qu'on ne le croit parce qu'elle est difficile à discerner (Métellus *et al.*, 2001).

Au début du 20^e siècle, les recherches sur la dyslexie se focalisent sur les troubles de l'apprentissage de l'écriture alphabétique. Cependant dans les années 1930, Orton (1937 cité par Vernhes *et al.*, 2014) est en désaccord avec la théorie qui considère la dyslexie comme étant un déficit cérébral et il croit pouvoir trouver une thérapie. Orton croyait à tort que les enfants dyslexiques souffraient d'un blocage affectif temporaire qui se résorberait avec le temps. Aujourd'hui, les chercheurs sont conscients que ce trouble d'apprentissage de la lecture est permanent et que, sans prise en charge adéquate, l'enfant a très peu de chance d'acquérir les compétences essentielles en lecture (Brazeau, 1998 ; Etchene, 2002).

Durant la deuxième partie du 20^e siècle, les recherches en sciences cognitives et l'utilisation d'imagerie par résonance magnétique (IRM) du cerveau ont permis de faire de grands pas dans la compréhension de cette pathologie. Actuellement, on croit que la dyslexie est principalement due à une anomalie du traitement phonologique du cerveau. La région occipito-temporale gauche des dyslexiques serait moins active (Billard, 2016 ; Dehaene, 2008 ; Shaywitz et Shaywitz, 2006 ; Valdois, 2016).

Cependant, comme le fait remarquer Dehaene (2008), la région occipito-temporale

gauche des enfants dyslexiques est moins sollicitée, ce qui pourrait être une des causes du sous-développement. Le questionnement de Dehaene (2008) est particulièrement intéressant par rapport à l'étude de Bussy *et al.* (2011), qui indique que la grande majorité des dyslexiques peuvent apprendre à lire, mais plus lentement.

Selon Soares-Boucauda *et al.* (2007) et Fawcett et Nicolson (2007), entre 5 et 10 % des enfants d'âge scolaire seraient dyslexiques. Les auteurs indiquent d'ailleurs que les milieux socioculturels et socioéconomiques n'ont aucune incidence sur la dyslexie. Selon eux, le facteur génétique est l'élément le plus important à considérer. Tandis qu'Echenne (2002) remarque une prédominance du sexe masculin et de gens qui sont gauchers, ce qui est confirmé par Métellus *et al.* (2001). En plus, Métellus *et al.* (2001) observent qu'entre 60 et 80 % des enfants diagnostiqués sont de sexe masculin.

1.5.2.2 Les types de dyslexie

La position de Valdois (2004) est qu'il existe de multiples causes à la dyslexie. Selon elle, la théorie phonologique qui définit la dyslexie seulement par un déficit phonologique est réductrice, et ne tient pas compte des nombreux enfants observés qui ont des troubles de l'apprentissage de la lecture sans déficit phonologique. Nicolson *et al.* (2010) soutiennent la position de Valdois (2004) et mentionnent que les enfants dyslexiques ne présentent pas tous les mêmes difficultés. Valdois (2004) met en évidence l'hypothèse d'un déficit visuo-attentionnel qui handicape la mémoire lexicale de l'enfant. De son côté, Valdois (2016) décrit trois types de dyslexie développementale ; la dyslexie phonologique, lexicale et mixte.

Selon Valdois (2016), la dyslexie phonologique représente un déficit de la conscience phonologique, c'est-à-dire la conscience phonémique et la mémoire verbale. Tandis

que la dyslexie lexicale rend la lecture lente pour l'enfant. Il y a un déficit dans sa mémoire lexicale et l'oblige à décoder tous les mots comme s'ils étaient nouveaux à chaque fois. Finalement, la dyslexie mixte est la combinaison des deux précédentes, phonologique et lexicale, ce qui complique la rééducation.

Soares-Boucauda *et al.* (2007) appuient la théorie qu'il existe trois types de dyslexie et met l'accent sur l'importance de les classer selon le trouble cognitif dans le but d'apporter une prise en charge personnalisée. Selon Lapierre (2008), et Soares-Boucauda *et al.* (2007), la dyslexie phonologique représenterait 70 % des cas, la dyslexie lexicale représenterait 10 % des cas et, enfin, la dyslexie mixte représenterait 20 % des cas. Toutefois, Sprenger-Charolles et Serniclaes (2004) amènent une autre dimension, soit la langue d'apprentissage. Selon eux, la langue d'apprentissage serait un facteur important dans la répartition des types de dyslexie. Ils indiquent que, pour le français, la majorité des enfants seraient atteints d'une dyslexie mixte. Etchenne (2002) souligne également qu'entre 30 et 50 % des dyslexiques souffriraient d'un déficit de l'attention et qu'entre 35 et 50 % des dyslexiques seraient de source génétique.

Valdois (2016), de son côté, mentionne un facteur assez nouveau dans les écrits sur la dyslexie, soit « l'empan visuo-attentionnel ». Chez l'humain, l'empan visuo-attentionnel est associé à l'empan visuel. L'empan visuel est étroit et permet de voir seulement quelques lettres de chaque côté de la partie centrale de la rétine, entre 3-4 lettres à gauche et 7-8 lettres à droite, ce qui explique que, pour lire un texte, on procède par mouvement irrégulier qu'on nomme saccade (Dehaene, 2008).

Selon Valdois (2016), l'empan visuo-attentionnel a une incidence importante sur la vitesse de lecture. Ce concept « correspond au nombre de lettres qui peuvent être

traitées simultanément dans une séquence du mot » (p. 108), dans un laps de temps de 200 ms, ce qui correspond au temps de fixation normale lors d'une saccade en lecture. L'empan visuo-attentionnel est utilisé par les deux voies, c'est-à-dire la voie lexicale et la voie phonologique et est une composante essentielle de la lecture.

Valdois (2016) indique que 30 % de la population dyslexique éprouve un problème lié à l'empan visuo-attentionnel tandis qu'Echenne (2002) mentionne une incidence de 20 %. Les enfants dyslexiques peuvent être atteints d'un ou de plusieurs types de dyslexie en même temps, ce qui complexifie le diagnostic et la prise en charge rééducative.

1.5.2.3 Diagnostic et symptômes associés à la dyslexie

Selon Billard et Delteil-Pinton (2010), la dyslexie est une pathologie d'origine neurologique qui est permanente et qui affecte l'apprentissage de la lecture. Selon ces mêmes auteurs, pour diagnostiquer la dyslexie, les professionnels de la santé doivent effectuer un examen clinique pour identifier les symptômes et les signes de la maladie. Toutefois, une approche cognitive développementale, basée strictement sur une description méthodique pour diagnostiquer la dyslexie, reste controversée (Vernhes *et al.*, 2014).

Avant de poser un diagnostic de dyslexie, on doit s'assurer d'éliminer toutes les causes potentielles qui peuvent expliquer un retard dans l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, notamment que le potentiel cognitif de l'enfant soit dans les limites de la norme.

Même si le recours à différents tests calibrés, dont celui de l'Alouette R (Lefavrais, 2005), est souvent mentionné dans la littérature, le résultat de ces tests n'est pas

suffisant pour confirmer cette pathologie (Billard 2016 ; Frith, 1999 ; Vernhes *et al.*, 2014). Toutefois, comme le mentionnent Nation et Snowling (1997), les tests étalonnés peuvent s'avérer utiles pour suivre l'évolution de l'enfant.

Lors des examens cliniques, les professionnels de la santé doivent s'assurer que le patient n'a aucun déficit auditif, visuel et cognitif, qu'il vit dans un environnement familial stimulant et qu'il a accès à une éducation de qualité *American psychiatric association* (APA) (2010). Une évaluation orthophonique et psychologique est recommandée pour terminer le bilan. Des facteurs psychologiques peuvent être à l'origine du problème ; le psychologue doit alors valider cette hypothèse (Vernhes *et al.*, 2014).

À ce propos, Frith (1999) présente un modèle en trois axes pour comprendre et diagnostiquer la dyslexie. Le modèle causal général de Frith (1999) a l'avantage de présenter les sources qui sont à l'origine du problème dyslexique du patient d'une manière holistique. Elle expose les possibilités que l'environnement, c'est-à-dire le milieu culturel et socioéconomique de l'enfant, ainsi que la qualité de l'enseignement qu'il reçoit, interagisse avec trois différentes origines (biologiques, cognitives et comportementales).

Les origines biologiques représentent un déficit neurologique ou visuel, les origines cognitives représentent les mécanismes du traitement des informations, tandis que les origines comportementales ont comme cause un déficit d'attention et l'hyperactivité.

Selon Métellus *et al.* (2001), les différents éléments qui affectent les enfants qui sont atteints de dyslexie compliquent le diagnostic puisqu'il y a une multitude de possibilités, ce qui rend la conception d'un programme de rééducation complexe puisqu'il doit être adapté à chaque type de dyslexie et à chaque enfant.

Cependant, l'élève doit avoir un retard de deux ans en lecture par rapport à son groupe d'âge avant que l'école intervienne (Echenne, 2002 ; Soares-Boucauda *et al.*, 2007 ; Vernhes *et al.*, 2014). Ce temps d'attente est long et peut augmenter le taux d'échec scolaire. Selon Shaywitz et Shaywitz (2006), un enfant apprend beaucoup de mots chaque année. En attendant la troisième année avant d'offrir un soutien adéquat à l'enfant, celui-ci a déjà un retard important, en plus des difficultés à suivre le rythme de ses pairs. Nicolson *et al.* (2010) ajoute un élément important en faveur d'une approche précoce de la dyslexie lorsqu'ils indiquent qu'après l'âge de 8 ans, l'effet bénéfique du soutien pour l'apprentissage phonologique est réduit.

Plusieurs auteurs constatent que les enfants dyslexiques qui ont bénéficié d'un programme de rééducation leur ont été bénéfiques (Brazeau, 1998 ; Frith, 1999 ; Myre-Bisaillon, 2009 ; Valdois, 2016).

Il est possible d'aller de l'avant en identifiant les enfants qui présentent les symptômes associés à la dyslexie (voir la liste des principaux symptômes plus bas) et en utilisant, comme l'indique Sprenger-Charolles et Serniclaes (2004) certains tests étalonnés et chronométrés de lecture. Ces tests offrent un moyen d'évaluer les habiletés des enfants et d'identifier la stratégie compensatoire qu'il a mise en place, entre autres si l'enfant privilégie la précision ou la rapidité, ce qui permet une meilleure prise en charge. Selon INSERM (2007) :

...toutes les études longitudinales (Snowling, 2000 ; Scarborough, 2001 ; Sprenger-Charolles, Colé, Béchenec, Kipffer-Piquard et Leloup, 2010 ; Vellutino, Fletcher, Snowling et Scanlon, 2004) confirment que les meilleurs prédicteurs de l'apprentissage du langage écrit sont les compétences

phonologiques (mémoire phonologique incluse) ainsi que le *Rapid Automatic Naming* (RAN) ou dénomination rapide et la connaissance des lettres. Ce sont donc ces fonctions-là qu'il faut explorer dans une démarche d'action préventive » (p. 544).

Toutefois, selon quelques chercheurs, il est possible de détecter certains symptômes associés à la dyslexie développementale dont :

- la lenteur et la non-automatisation de la lecture, qui sont reliées à la difficulté de décoder les mots et au déficit de la mémoire lexicale (Valdois, 2016) ;
- en général, les dyslexiques ont de la difficulté dans l'apprentissage de la reconnaissance graphème-phonème, ce qui correspond à la voie d'assemblage (Billard et Delteil-Pinton, 2010) ;
- la dysorthographe qui indique la difficulté à écrire convenablement est souvent observée chez les dyslexiques (Billard, 2016 ; Métellus *et al.*, 2001) et l'on observe souvent que la motricité fine est déficitaire (Bussy *et al.*, 2011) ;
- il est possible de détecter un enfant qui est atteint d'un déficit visuo-attentionnel, puisqu'il est incapable de mémoriser un mot même après l'avoir vu plusieurs fois ; son déficit handicape donc son système mnésique. Il ne peut encoder le mot dans sa mémoire à long terme, ce qui l'oblige à le décoder chaque fois. Ceci ralentit considérablement la lecture. De plus, un enfant qui est atteint d'un déficit visuo-attentionnel aura beaucoup de difficulté à recopier un texte ; car cette opération est très difficile pour lui à cause du déficit mnésique (Valdois, 2004) ;

- le "désapprentissage" de l'effet miroir qui ne se fait pas chez l'enfant. Par exemple il a du mal à différencier les lettres p et q ainsi que b et d (Dehaene, 2008) ;
- il peut s'agir d'un signe de dyslexie lorsque l'enfant comprend mieux un texte qu'on lui lit que lorsqu'il le lit lui-même (Tonnessen, 2015) ;
- il est fréquent de constater que les enfants dyslexiques sont atteints d'un déficit d'attention (Franceschini *et al.*, 2013 ; Lefebvre et Stanké, 2016).

1.5.2.4 Méthodes de rééducation en lecture

L'apprentissage de la lecture est une activité complexe, mais essentielle dans le parcours d'apprentissage d'un enfant. Lorsqu'un enfant est diagnostiqué comme étant dyslexique, il est nécessaire d'agir tôt pour minimiser les impacts négatifs. Selon Métellus *et al.* (2001), un diagnostic précoce avec un soutien rééducatif adéquat peut améliorer grandement les chances des enfants de continuer leur parcours académique avec leur groupe d'âge. Brazeau (1998) ajoute que « les personnes dyslexiques ont besoin d'une éducation spécialisée pour apprendre à lire et à écrire. Il est donc important d'offrir des méthodes d'enseignement qui leur donneront des outils valables et efficaces pour surmonter cette difficulté » (p.16).

Soares-Boucauda *et al.* (2007) ajoutent que, même si l'efficacité des méthodes de rééducation n'a pas été confirmée scientifiquement, nous savons toutefois que l'intervention doit être la plus précoce possible. Cette position est partagée par Boyadjian et Zogheib (2011) qui indiquent que l'école maternelle et les premières années primaires sont les plus profitables pour l'acquisition d'une langue, que ce soit à l'oral ou à l'écrit. Actuellement, les programmes mis en place pour une prise en charge

des enfants dyslexiques sont insuffisants. Il faut donc redoubler d'efforts pour que l'objectif d'amener les compétences en lecture des enfants dyslexiques à un niveau fonctionnel soit atteint rapidement (Billard et Delteil-Pinton, 2010). Cependant, il est essentiel d'utiliser les théories de l'apprentissage les mieux adaptées au transfert de connaissances, et de l'intégrer harmonieusement dans les mécanismes du matériel de rééducation. Et mesurer la réponse à l'intervention.

Myre-Bisaillon (2004) indique que l'approche cognitive est généralement utilisée lors de programme de rééducation. Cette méthode évalue la performance des enfants dyslexiques selon un modèle cognitiviste du codage des données et utilise différents types d'exercices, notamment la lecture de mots et de pseudo-mots en les modifiant par des segmentations et des fusions. Ensuite, on évalue l'enfant durant son parcours rééducatif avec des tests de lecture étalonnés. Selon Myre-Bisaillon (2004), il existe deux grands types de programmes de rééducation pour les enfants dyslexiques : celui relatif à la médiation phonologique, comme le « *Phonological Awareness Training* » (PAT) d'O'Shaughnessy et Swanson (2000) ou le programme lié au traitement orthographique, soit le « *Word Identification Strategy Training* » (WIST) de Lovett, Steinbach et Frijters (2000).

La méthode du PAT et celle du WIST ont démontré une nette amélioration des habiletés en lecture des enfants. Les méthodes utilisent une multitude d'activités selon la problématique de l'enfant, comme la fusion, la segmentation, le transfert, la répétition des mots, l'identification par analogie, l'élimination des affixes et le repérage des parties les plus fréquentes qui composent les mots (Myre-Bisaillon, 2004).

Selon Stanké et Lefebvre (2016), un programme de rééducation selon une approche compensatoire permet de développer des habiletés non déficitaires de l'enfant pour ainsi pallier le déficit dyslexique. Les auteurs mentionnent qu'un programme de rééducation orthophonique qui se concentre sur la segmentation et la fusion améliore les compétences en lecture. En plus, si l'on ajoute un enseignement explicite des correspondances graphèmes-phonèmes, on améliore grandement l'efficacité de l'apprentissage. La méta-analyse d'Ehri *et al.* (2010) a évalué l'efficacité de 96 études sur les programmes de rééducation orthographiques pour les enfants dyslexiques entre 5 à 13 ans. Les résultats confirment qu'ils ont un effet positif sur le transfert de compétences en lecture. Cependant, Boyadjian et Zogheib (2011) mettent en garde sur le risque d'évaluer les enfants durant leur parcours éducationnel. En effet, les auteurs indiquent que l'évaluation doit être effectuée sur les avancés individuels de chaque enfant et non sur les compétences attendues. On doit s'assurer d'exiger des objectifs réalisables selon les capacités de chaque enfant, puisque la grande majorité des dyslexiques peuvent apprendre à lire, mais plus lentement (Bussy *et al.*, 2011).

Nous avons présenté dans cette section, une revue de littérature des domaines de connaissances du jeu sérieux, et de la dyslexie développementale, ce qui nous a permis d'élaborer la problématique et les objectifs de l'étude.

Les écrits indiquent qu'il y a des avantages à utiliser les jeux sérieux comme outils pédagogiques. Que ce soit pour améliorer la motivation des élèves ou comme appui à l'apprentissage. Cependant, la conception et l'intégration d'un JSÉ dans un programme d'apprentissage sont des tâches complexes qui demandent une planification sérieuse, ce qui requiert la connaissance des théories et concepts qui font consensus, notamment le « flow » de Csikszentmihalyi (1990), l'intégration cohérente des scénarios

des deux dimensions (ludique et sérieuse) qui composent un jeu sérieux, l'interactivité des jeux d'actions et l'équilibre de la charge cognitive du jeu. En plus, pour être efficace, il faut adapter l'outil pédagogique au domaine de connaissance de la lecture ainsi qu'au public cible.

Les théories et concepts qui convergent dans une même direction sont connus pour le transfert de compétences en lecture. Il est possible d'utiliser des méthodes de rééducations connues et évaluées dans des recherches scientifiques, pour justifier l'élaboration d'une méthodologie de conception pour cette étude.

1.6 La question de recherche

La revue de littérature nous a permis de constater la complexité de concevoir un jeu sérieux dédié aux élèves présentant des symptômes de dyslexie et d'établir les limites du projet. Cette étude évalue la cohérence du scénario, la jouabilité et l'ergonomie du jeu par un test utilisateur. La question de recherche formulée est :

L'intégration de la dimension sérieuse dans le scénario du prototype Alpha du jeu sérieux éducatif Code secret est-elle cohérente selon un groupe test d'utilisateurs ?

Chapitre II – Le cadre conceptuel

2.1 Notre position épistémologique

Nous souscrivons au paradigme épistémologique constructiviste/socioconstructiviste, puisque nous croyons, comme les tenants de ce paradigme, que les connaissances se construisent dans le temps et dans le partage du savoir entre les individus.

L'apprentissage n'est pas un processus linéaire, mais plutôt itératif et requiert la co-construction de connaissances qui s'élabore à travers des échanges entre les enseignants, les chercheurs et les élèves (Guda et Lincoln, 1989). Les élèves atteints de dyslexie doivent vivre avec ce handicap le reste de leur vie ; il est donc nécessaire que l'élève soit conscient de ses mécanismes de correction, c'est-à-dire de son processus métacognitif, pour ainsi faciliter sa réutilisation (Romainville, 2007). La position socio-constructiviste favorisera le concept de métacognition, pour que l'élève découvre et construise sa propre manière d'apprendre. De plus, Rousseau (2016), indique que les élèves avec troubles d'apprentissages qui réussissent le mieux sont ceux qui sont conscients de leurs difficultés, favoriser la métacognition est important pour ces élèves.

Les connaissances actuelles dans les domaines de l'apprentissage de la lecture et du JSÉ sont une représentation des informations acceptées et partagées dans leur communauté, mais nous croyons que la réalité d'aujourd'hui peut être bien différente dans un avenir rapproché. L'avancement des connaissances et des applications technologiques, notamment en robotique, pourrait modifier sensiblement les théories et les concepts qui sont reconnus dans ce domaine de connaissance.

2.2 La conception du jeu sérieux et de l'apprentissage de la lecture

Plusieurs recherches effectuées ont démontré qu'un jeu vidéo d'action sans dimension sérieuse peut améliorer l'apprentissage de la lecture des enfants dyslexiques (Blaesius et Fleck, 2015 ; Green et Bavelier, 2012 ; Franceschini *et al.*, 2013). L'hypothèse de départ de la recherche de Franceschini *et al.* (2013) est que le jeu vidéo d'action améliore la concentration des élèves dyslexiques puisque, selon eux, plusieurs enfants dyslexiques sont atteints d'un déficit d'attention. Les auteurs se sont appuyés sur les résultats de la recherche de Green et Bavelier (2012) qui conclut que jouer à des jeux vidéo d'action améliore l'attention et l'apprentissage.

Les résultats de l'étude de Franceschini *et al.* (2013) indiquent que les élèves qui ont joué avec le jeu vidéo d'action ont amélioré leur attention et augmenté leur vitesse de lecture. Des recherches ont mis en évidence que l'augmentation de la vitesse en lecture est un facteur important pour l'amélioration de la compréhension (Vidyasagar et Pammer, 2010 ; Stein et Walsh, 1997, cité par Franceschini *et al.*, 2013).

Le but des exercices intégrés dans les missions du jeu Code secret est de permettre aux enfants qui présentent des symptômes associés à la dyslexie d'améliorer leur conscience phonémique et leur conscience phonologique pour les amener à lire des textes variés et adaptés à leur groupe d'âge.

La conscience phonologique est un terme général qui correspond à l'habileté à identifier et à manipuler les mots dans une phrase et les parties d'un mot (les syllabes, les rimes et les phonèmes). La conscience phonémique, qui est le plus haut niveau de la conscience phonologique, correspond à l'habileté à identifier et à manipuler les phonèmes (Saint-Laurent et Giasson, p. 2).

La compréhension de ces deux concepts est essentielle lors de la conception du jeu, nous nous appuyons sur les avantages que procure le jeu vidéo d'action sur l'attention et nous ajoutons une dimension sérieuse, qui est composée d'exercices de lecture adaptés au public cible. Comme l'indiquent plusieurs études (Billard, 2016 ; Brazeau, 1998 ; Myre-Bisaillon, 2009 ; Valdois, 2016), les méthodes de rééducation pour les enfants dyslexiques sont connues et efficaces. Lorsque l'enfant dyslexique a accès tôt à des services spécialisés, ses chances de succès dans son parcours scolaire semblent meilleures.

Toutefois, comme l'indiquent Hotte, Ferreira, Abdessetar et Gouin-Vallerand (2017), la conception d'un jeu sérieux est complexe et son principal défi réside dans l'intégration cohérente des deux dimensions du jeu, c'est-à-dire le plaisir de jouer et l'apprentissage.

Pour cette étude, nous allons nous concentrer à intégrer quatre exercices pour l'amélioration de la conscience phonémique et phonologique.

Nous croyons qu'il est possible de concevoir un JSÉ efficace et pertinent pour l'apprentissage de la lecture des enfants de 6 à 8 ans (figure 2). Notamment avec des composantes de l'intelligence artificielle (IA), qui permet d'évaluer le niveau de compétences des élèves durant l'expérimentation et d'adapter le niveau des exercices aux besoins de chaque élève (figure 3). Les exercices sont conçus selon les recommandations de la recherche de Myre-Bisaillon (2009). Lors de cette étude, Myre-Bisaillon met en évidence qu'il est possible d'améliorer la conscience phonologique des enfants dyslexiques par un programme de rééducation.

Toutefois, dans le cadre de cette recherche, nous nous sommes concentrés sur l'intégration des deux dimensions du jeu en incorporant d'une manière cohérente

quatre exercices du niveau facile (A) (figure 3). Les exercices sont intégrés dans un scénario unique, et le jeu est évalué par un groupe test du public cible, notamment sur la motivation intrinsèque et le sentiment d'immersion.

2.3 Les théories et concepts utilisés

Pour créer un JSÉ pertinent, il est essentiel d'utiliser la théorie d'apprentissage la mieux adaptée au transfert de connaissances et de l'intégrer harmonieusement dans les mécanismes du jeu. Une étude sur les mécanismes d'apprentissages dans les jeux sérieux démontre l'interdépendance des concepts d'apprentissage avec les mécanismes du jeu. Les auteurs mettent notamment en évidence le chevauchement des différentes théories d'apprentissage abordées dans les JSÉ (Patino *et al.*, 2016).

La littérature préconise l'emploi de théories spécifiques pour l'apprentissage de la lecture, notamment celle de Bruner (1960, cité par Basques, 1999) qui recommande de présenter les unités d'apprentissage à plusieurs reprises durant la formation, en ajoutant graduellement des éléments qui augmentent le degré de difficulté du contenu, car cette méthode favorise la rétention des informations.

Même si notre posture épistémologique est constructiviste nous avons utilisé des paramètres qui sont basés sur les courants théoriques cognitiviste et behavioriste lors de la conception du prototype Alpha du JSÉ Code secret. Ces deux courants théoriques sont les mieux adaptés aux objectifs pédagogiques recherchés pour cette première phase. Comme le mentionne Patino *et al.* (2016), les concepteurs de jeux doivent utiliser plusieurs théories de l'apprentissage selon le niveau de complexité du jeu. De plus, deux théories motivationnelles influencent la conception du prototype, celle du « flow » de Csikszentmihalyi (1990), et celle de l'ARCS (Attention, Relevance,

Confidence, Satisfaction) de Keller (2000). Les théories motivationnelles sont présentées à la section 2.3.3.

En informatique, et plus spécifiquement dans les sciences du jeu, plusieurs fonctions d'un même jeu peuvent être interprétées à partir de théories de l'apprentissage différentes, sans pour autant affecter la pertinence du jeu. Par exemple, un questionnaire avec rétroactions positives et négatives est de niveau comportemental. Si les concepteurs ajoutent une stratégie qui se base sur la mobilisation des connaissances antérieures de l'enfant pour atteindre la maîtrise de certaines compétences qui sont bien définies, nous sommes plutôt dans la sphère cognitive, et si les concepteurs ajoutent une fonction de clavardage afin de permettre l'entraide, nous comprenons cette fonction par le prisme du socioconstructivisme. Nous ne sommes pas, comme le mentionnaient Duffy et Jonassen (1993), dans une incohérence épistémologique, mais reconnaissons que des fonctions informatiques de jeux peuvent avoir des racines théoriques différentes.

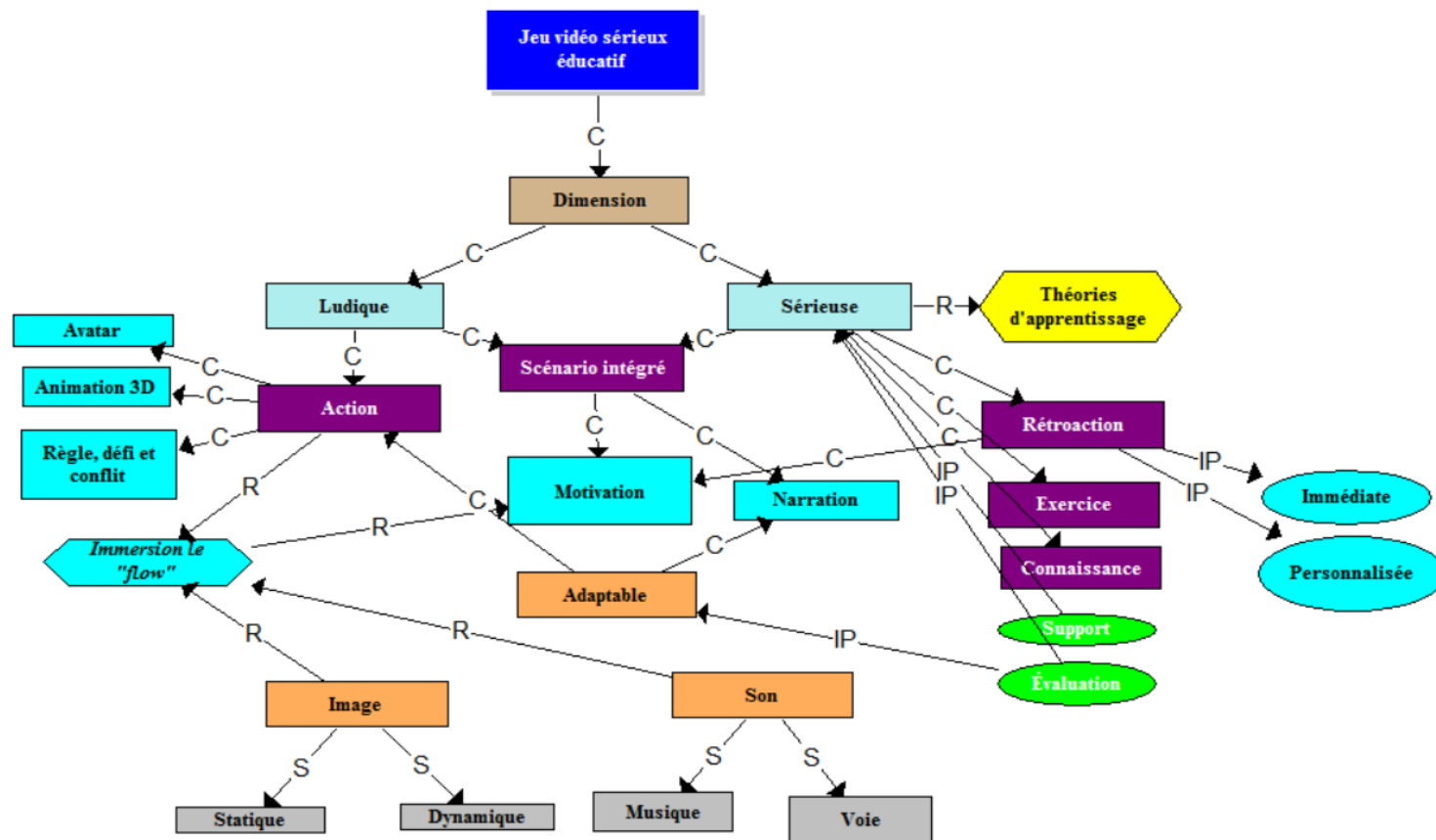


Figure 2 : Modélisation d'un JSÉ avec MOT+ (Paquette, 2005), fondée sur (Alvarez et Djaouti, 2012 ; Sauvé, 2010)

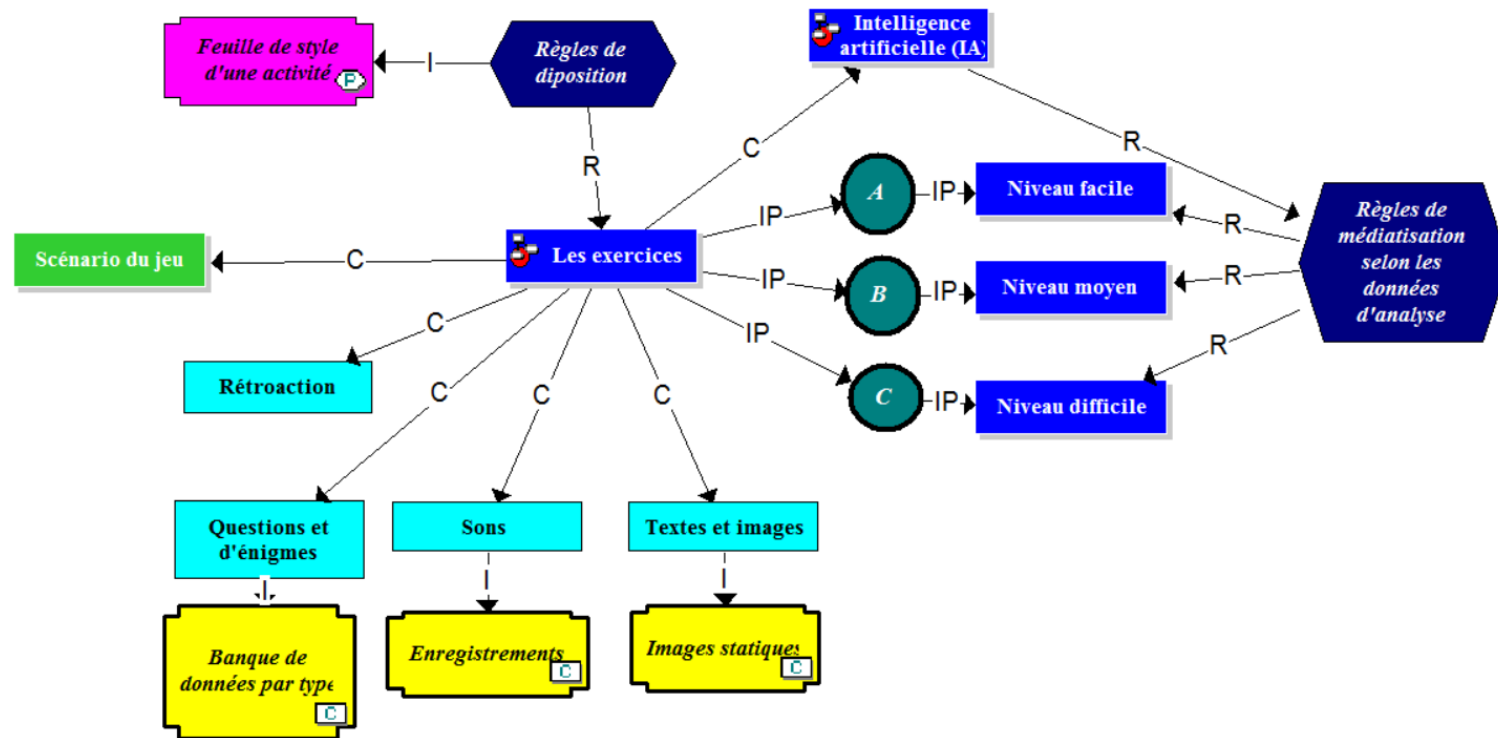


Figure 3 : Modélisation des exercices de rééducation en lecture pour le JSÉ « Code secret » avec MOT+ (Paquette, 2005)

Selon Patino *et al.* (2016), et comme nous l'avons mentionné précédemment, il n'est pas rare que les théories de l'apprentissage se chevauchent lors d'un JSÉ. En effet, « certaines étapes pendant le jeu peuvent correspondre à des approches behavioristes tandis que d'autres étapes du jeu pourraient engager les joueurs dans des activités constructivistes » (traduction libre p. 3).

Cependant, le prototype Alpha du JSÉ Code secret intègre certains mécanismes qui favorise la construction de connaissances, notamment la possibilité d'arrêter le jeu, ce qui permet au joueur de bénéficier d'une période de réflexion.

Nous sommes conscients que le behaviorisme a été discrédité ces dernières années; cependant il demeure bien présent dans le domaine de l'enseignement et lors de la conception de système d'apprentissage.

2.3.1 *Le cognitivisme*

Selon Kozanitis (2005), le cognitivisme a pour objectif l'étude de l'apprentissage et de la mémoire. Il est basé sur la psychologie cognitive qui indique l'importance de l'acquisition graduelle de connaissances lors de l'apprentissage. Cette théorie se caractérise par un enseignement explicite, qui est basé sur les connaissances antérieures de l'élève, d'une hiérarchisation graduelle des nouvelles connaissances à enseigner, et par l'apprentissage de sa propre manière d'apprendre, c'est-à-dire les stratégies métacognitives.

Les caractéristiques des éléments du JSÉ Code secret sont basées sur le modèle cognitif de Moreno et Mayer (2007) « *Cognitive-affective model of learning with media* » (CATLM). Le modèle CATLM a comme objectif d'expliquer la charge cognitive de

l'apprenant lorsqu'il utilise un environnement multimédia interactif. Les auteurs mettent l'accent sur l'importance de l'équilibre entre ce que peut absorber l'élève et ce que l'outil requiert. Une demande trop élevée par rapport à la capacité de l'élève produira un déséquilibre cognitif pourra avoir une incidence négative sur l'apprentissage. C'est pourquoi la cohérence est essentielle lors de la conception du matériel de cours. Tout élément non pertinent ou qui nuit à l'apprentissage doit être éliminé pour réduire les tâches cognitives. Carignan (2010) indique que la charge cognitive de certaines stratégies de lecture de textes à l'écran est importante, notamment la recherche par mots clés et celle d'écrire un résumé du texte lu. Il faut rester vigilant lors de la conception d'outil multimédia et tenir compte de la charge cognitive.

Moreno (2006) mentionne que lorsqu'on débute l'apprentissage d'un nouveau domaine, il est difficile de régulariser le flux des nouvelles connaissances. Pour minimiser cette difficulté, une période d'essai sur l'utilisation du jeu est prévue avant l'évaluation formelle. Les cognitivistes ajoutent que l'élève est conscient de ce qui se passe dans son esprit et utilise ses facultés cognitives et métacognitives durant sa démarche d'apprentissage.

Le JSÉ Code secret est un jeu de type action. L'interactivité améliore donc l'apprentissage et la motivation intrinsèque puisque la manipulation de l'élève le rend actif (Moreno, 2006). Cheruette (2009) mentionne que « l'interactivité implique une participation active de l'apprenant » (P. 13). Pour augmenter l'interactivité des élèves durant les sessions de jeu, l'élève peut personnaliser l'interface, notamment lors du choix de l'avatar ou en modifiant la vitesse du jeu.

Par ailleurs, l'apprentissage de la lecture est un processus complexe; les concepteurs doivent utiliser de façon judicieuse les deux canaux de réception; l'audition, et le visuel, pour améliorer l'efficacité éducative d'un environnement d'apprentissage (Muthukumar, 2005). Moreno (2006) décrit les principes que les concepteurs de cours doivent respecter, notamment que les élèves apprennent mieux lorsqu'ils écoutent une description et regardent un graphique que s'ils doivent lire la description et regarder un graphique. Pour la conception du jeu, nous tenons compte des recommandations de Moreno (2006) en, intégrant des représentations visuelles au jeu accompagnées de sons pour faciliter l'encodage et le stockage de nouvelles connaissances.

2.3.2 Les théories d'apprentissage behavioristes

Selon Kozanatis (2005), les behavioristes se servent de la répétition et des renforcements positifs et négatifs pour encourager les comportements voulus. Ce courant théorique, qui est né au début du 20^e siècle considère l'esprit humain comme une « boîte noire ». Les adeptes de ce courant utilisent le concept stimulus-réponse dans le but de changer les comportements. Selon ce concept, l'élève développe involontairement un comportement spécifique selon le stimulus (renforcement positif ou négatif) utilisé. Depuis les années 1960, les critiques ont été nombreuses et ont remis en cause le concept stimulus-réponse puisqu'il ne peut expliquer pourquoi les enfants ne répondent pas toujours au conditionnement (Long, Wood, Littleton, Passenger et Sheehy, 2011). Cependant, on emploie encore plusieurs mécanismes qui proviennent de ce courant théorique, entre autres, l'utilisation de la rétroaction immédiate et du renforcement positif dans les programmes éducatifs et dans les jeux sérieux.

Les exercices intégrés dans le JSÉ Code secret sont basés sur les théories behavioristes, notamment pour l'amélioration de la conscience phonologique.

L'apprentissage de la lecture requiert de la pratique et de la répétition, entre autres pour l'identification de lettres et de mots et pour le traitement visuel. L'automatisation de la lecture est importante et demande de décoder chaque mot avec succès à plusieurs reprises avant de l'intégrer dans son lexique orthographique (Lefebvre, 2016). En plus, le JSÉ offre une rétroaction immédiate construite sur le renforcement positif. Par exemple, le nombre d'étoiles gagnées lors de bonnes réponses augmente graduellement et ne peut diminuer, et les commentaires sont conçus pour stimuler et encourager l'élève dans son apprentissage.

2.3.3 Les théories motivationnelles

Les théories motivationnelles s'intéressent aux facteurs qui influencent la persévérance et la réussite lors d'une activité (Audet, 2008).

Deux théories motivationnelles influencent cette étude, notamment lors de la conception de l'outil pédagogique et lors de l'évaluation du jeu par les élèves. Ces deux théories sont celle du « *flow* » (que l'on peut traduire par expérience optimale) de Csikszentmihalyi (1990) et le modèle motivationnel de l'ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*) de Keller (2000).

La théorie motivationnelle du « *flow* » de Csikszentmihalyi (1990) met en évidence le plaisir de l'activité et le sentiment de satisfaction de l'élève. Le jeu apporte une motivation intrinsèque, le participant joue uniquement pour le plaisir. Le risque principal lors de la conception d'un jeu sérieux est de ne pas tenir compte suffisamment de

l'aspect ludique du jeu. Il est très important de combiner les deux aspects du jeu sérieux en incorporant les notions sérieuses de manières intrinsèques au jeu, c'est-à-dire avec le paradigme selon lequel le joueur va apprendre s'il a du plaisir.

Le modèle motivationnel ARCS proposé par Keller (2000) indique qu'il faut développer un environnement d'apprentissage adapté et motivant pour les élèves (attention), l'élève doit comprendre pourquoi il chemine dans ce cours (pertinence), offrir un environnement qui met en confiance l'élève et offre du support à l'apprentissage (confiance) et finalement que l'élève soit satisfait de son expérience et qu'il soit conscient des avantages qu'il en retirera lorsqu'il terminera sa formation (satisfaction).

Les jeux sérieux offrent un environnement d'apprentissage motivant puisqu'ils favorisent l'apprentissage par le processus d'essai et d'erreur (Gastineau *et al.*, 2012). Schmoll (2011) parle des avantages de pouvoir faire des erreurs sans les conséquences négatives, ce qui n'est pas le cas dans la vie réelle. Imaginons un enfant qui vit sans cesse les moqueries de ses camarades de classe lorsqu'il lit un texte. Le jeu sérieux est un espace d'apprentissage qui exclut la peur d'être ridiculisé. Le JSÉ Code secret est conçu avec un mécanisme de rétroaction positive et immédiate qui favorise la motivation des enfants et permet d'apprendre par essais et erreurs.

2.3.4 Les concepts liés à l'apprentissage de la lecture

Pour lire un texte, l'enfant doit apprendre le principe alphabétique de sa langue d'apprentissage, ce qui signifie qu'une lettre isolée ou un groupe de lettres (graphème) correspond à un son (phonème). Mais avant d'aller plus loin, nous allons présenter le modèle d'acquisition de la lecture à trois phases de Frith (1985) qui sert encore de référence :

- la phase logographique : les enfants reconnaissent alors les formes comme une photo, mais ne peuvent pas encore lire. Ils peuvent seulement reconnaître le sens de l'image ;
- la phase de la conscience phonologique : reconnaître les lettres et les groupes de lettres [graphèmes] et les associer à des sons [phonèmes]. Cette étape est essentielle puisqu'elle permet à l'enfant de diviser les mots en plus petits unités (lettre, graphème, syllabe), de faire correspondre à chaque unité le son correspondant et de les regrouper pour finir l'assemblage du mot. Cette phase est également appelée le décodage ou l'assemblage ;
- la phase orthographique, après avoir décodé à plusieurs reprises le même mot, il s'incruste dans le lexique orthographique. L'utilisation du lexique orthographique permet de lire le mot de manière globale. Il est plus facile de se souvenir de mots fréquents ainsi que des mots voisins (qui n'ont qu'une lettre de différence, par exemple puis et puits). Cependant, quand il y a une irrégularité entre les correspondances graphème-phonème, ou l'inverse, la lecture ralentit (Dehaene, 2008). Il s'agit ici de la reconnaissance lexicale.

Un autre modèle de référence est celui du modèle « *Dual Route Cascade* » (DRC) de Coltheart, Rastle, Perry, Langdon et Ziegler (2001), qui indique que deux voies sont utilisées selon le contexte pour interpréter ce qu'on lit, soit la voie d'adressage et la voie d'assemblage. La voie indirecte (ou la voie d'assemblage) est utilisée pour décoder un nouveau mot ou un pseudo-mot tandis que la voie lexicale (ou la voie d'adressage), qui est plus rapide, utilise la mémoire de travail pour récupérer des mots connus. Plus l'enfant a de mots dans sa mémoire lexicale plus sa lecture est rapide, ce qui favorise

la compréhension d'un texte. Selon Coltheart *et al.* (2001), la lecture se fait en utilisant la voie directe et la voie indirecte, en alternance.

En guise de conclusion, le cadre conceptuel tient compte de l'interdisciplinarité du projet, c'est-à-dire de l'intégration des domaines des jeux sérieux et des troubles de la lecture. Il met en évidence la position constructiviste en tenant compte des théories cognitiviste, behavioriste et motivationnelle qui sont pertinentes à l'amélioration des compétences en lecture. Les concepteurs de jeu doivent utiliser plusieurs théories de l'apprentissage selon le type d'exercice intégré dans le jeu (Patino *et al.*, 2016) et s'assurer que la charge cognitive ne soit pas trop grande, par l'entremise de manipulations adaptées au public cible (Moreno, 2006).

Chapitre III – Méthodologie

Pour cette étude de type empirique, nous utilisons une approche mixte (qualitative et quantitative) pour évaluer si le prototype du JSÉ Code secret atteint les objectifs fixés au départ. Les objectifs sont de présenter une méthodologie de conception pour le prototype du jeu sérieux, de produire le jeu, et d'évaluer la cohérence du scénario et la jouabilité. Les limites de ce prototype sont circonscrites, dans le cycle de conception (figure 4).

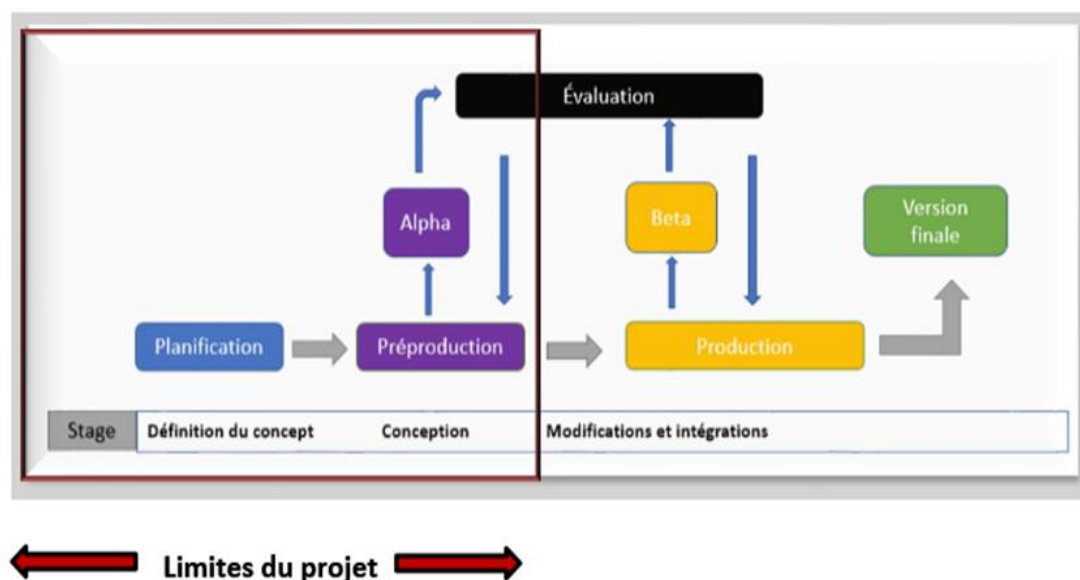


Figure 4 : Le cycle de conception de Code secret est fondé sur le « Digital Game Development Life Cycle » (Ramadan et Widyani, 2013).

Ce troisième chapitre se divise en quatre parties. La première permet de définir le concept du JSÉ, la deuxième partie porte sur la méthodologie proposée pour la conception du prototype, la troisième partie explique le processus d'expérimentation et finalement la quatrième le processus d'évaluation.

3.1 Définitions du concept du JSÉ « Code secret »

Code secret est un JSÉ en 3D qui se déroule dans un univers irréel et fantaisiste. Il est fondé sur un scénario original. Il a un début, et une fin et des éléments qui progressent tout au long du scénario pour capter l'intérêt du joueur, conformément aux critères établis par Juul (2005).

L'histoire commence par la disparition du clown vedette d'un cirque populaire nommé Bill. La directrice de l'agence de sécurité du cirque demande à son meilleur agent(e) de retrouver le clown rapidement.

Entre temps, on a découvert, dans la loge du clown son journal intime. Cependant il est écrit avec de l'encre invisible. La directrice et l'agent (e) sont convaincus qu'il faut faire apparaître le message pour le retrouver. Pour parvenir, l'agent(e) doit réussir quatre missions différentes. Chaque mission permet de faire apparaître une partie du message, c'est-à-dire les mots qui incluent les graphèmes, rimes et parties connues de mots qui correspondent aux exercices de chaque mission. Le message complet apparaît à la fin de la quatrième mission, ce qui permet de retrouver le clown.

Le JSÉ Code secret est composé d'une dimension ludique et d'une dimension sérieuse. La dimension sérieuse a pour objectif de permettre aux élèves présentant des symptômes associés à la dyslexie d'améliorer leurs compétences en lecture. Les missions du jeu sont conçues pour améliorer spécifiquement la conscience phonémique et phonologique (Myre-Bisaillon, 2009).

Pour que le jeu soit efficace, les exercices du jeu doivent s'intégrer d'une manière cohérente avec sa dimension ludique (Alvarez et Djaouti, 2010); c'est ce qui a été mis de l'avant dans la conception du jeu « Code secret ».

Dans le but de minimiser le risque d'incohérence, nous avons porté une attention particulière à la narration lors de la rédaction du scénario. Selon Bizzocchi (2010), une narration bien adaptée peut améliorer le transfert de connaissances dans une perspective constructiviste. Argenton *et al.* (2015) ajoutent que la narration doit être claire, simple, facile à comprendre, et doit capter l'intérêt de l'élève.

3.2 Les étapes et méthodes utilisées pour la conception du JSÉ Code secret

Selon plusieurs auteurs (Alvarez et Djaouti, 2012 ; Arnab *et al.*, 2013 ; de Freitas et Jarvis, 2006 ; Wix, 2012), les JSÉ permettent une expérience d'apprentissage captivante et améliorent l'engagement des élèves dans leur parcours académique. Toutefois, Arnab *et al.* (2013) et Nakada (2017) mentionnent qu'actuellement, il n'y a pas de pratique ou de méthode formelle pour la conception d'un JSÉ. Comme le jeu et la pédagogie ont des concepts qui leurs propres, le défi est de les amalgamer d'une manière cohérente pour rendre l'outil pédagogique efficace. Cependant, le processus d'intégration des principes de conception de jeux dans des expériences éducatives est difficile et il n'existe actuellement aucune directive pratique sur la manière de le faire de manière cohérente et efficace (Dichev et Dicheva, 2017).

Le contexte de l'application est un élément essentiel à considérer lors de la conception d'un JSÉ. Comme Nacke et Deterding (2017) le mentionnent, il est illusoire d'avoir un modèle unique, car il ne pourra pas convenir à tous les contextes. Nous avons tenu compte du contexte particulier du JSÉ lors de sa conception, notamment les préférences du public cible et l'environnement de l'utilisation de l'outil (tableau 1).

Contexte de l'application du prototype Alpha du JSÉ	
Caractéristiques des apprenants	Incidences sur la conception de l'outil pédagogique
Le public cible est composé de jeunes enfants francophones âgés de 6, 7 et 8 ans.	Le jeu doit être motivant pour tous. Adapté au niveau des élèves. Ludique. Confidentialité des résultats. Différents niveaux de compétences. Le jeu doit être simple d'utilisation, mais intéressant pour l'ensemble des participants.
L'expérimentation du prototype Alpha au domicile des élèves.	Disponibilité des parents. Environnement informel (risque d'un manque de contrôle). Technologies disponibles.
Garçons et filles	Adapté aux intérêts des deux genres. Choix d'avatars. Prix et récompenses selon les préférences des enfants.
Atteint d'un déficit d'attention	Jeu vidéo d'action (interactif)
Présentant des symptômes associés à la dyslexie.	Adapter les couleurs de fond d'écran et le type de caractères plus « lisible » selon les recommandations de Couteret (2009, p.4) (Comic Sans MS, en taille 14 ou 16) Intégrer des exercices de rééducation, conçue pour l'amélioration des compétences en lecture. Fractionnement du contenu. Rétroaction immédiate. Intégrer des activités constructivistes, notamment des périodes de réflexion (faire une pause, demander de l'aide et la possibilité de faire répéter les explications).

Tableau 1 : Contexte de l'application du JSÉ Code secret

Pour améliorer l'efficacité pédagogique du JSÉ, nous avons développé un scénario fondé sur les besoins des élèves. Notamment, sur les interactions qu'ils auront dans l'univers du jeu ainsi que dans le transfert des nouvelles connaissances, qui ont été identifiées dans le dossier pédagogique (Hotte, 2016).

Ensuite, nous nous sommes assurés de définir les mécaniques de l'apprentissage et les mécaniques ludiques les plus efficaces, et nous les avons intégrées dans le scénario du jeu, sans oublier de tenir compte du contexte de l'environnement d'apprentissage.

Pour nous aider dans cette démarche, nous nous sommes référés à une série de pratiques et de méthodes qui sont énumérées dans la littérature pour la conception d'outil pédagogique et de jeu vidéo, et accessible dans un contexte de ressources limitées, notamment la méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage (MISA) (LICEF TÉLUQ), le « *Learning Mechanics-Games Mechanics* » (LM-GM) de Arnab *et al.*

(2013), le « *Serious Game Mechanics* » (SGM's) de Lim *et al.* (2016) et les modèles d'évaluation analytique et empirique du jeu de Djelil (2016).

La méthode (figure 5) que nous proposons pour la conception se réalise en alternance avec la construction de nouvelles compétences et connaissances lors de l'assemblage du jeu. Chaque étape de la conception a été validée par un expert de chaque domaine (orthophonie, didactique et jeu sérieux) et par deux élèves qui représentent le public cible. Nous avons tenu compte de leurs commentaires et modifié le JSÉ en conséquence.

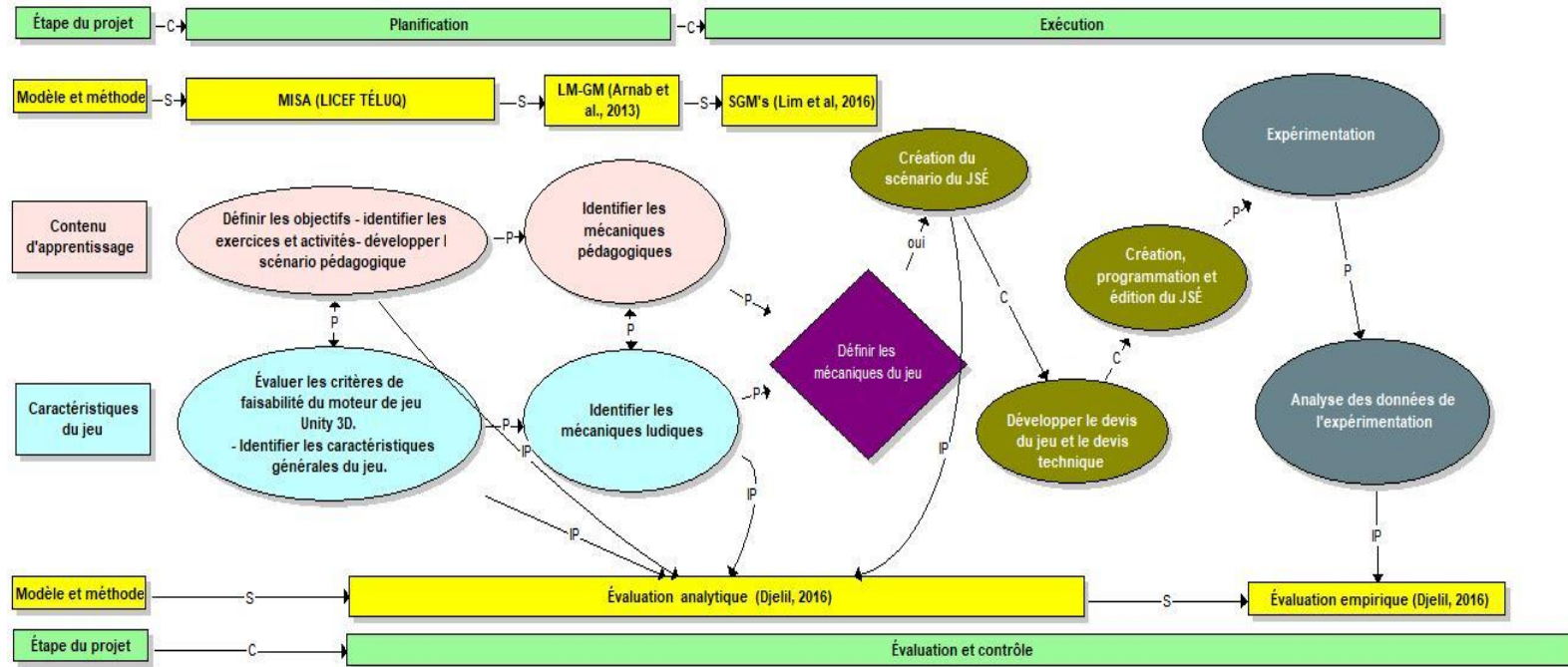


Figure 5 : Modélisation de la méthodologie de conception du JSE Code secret⁵

⁵ Méthodologie inspirée des méthodes et modèles suivants ; MISA (LICEF TÉLUQ), LM-GM (Arnab et al., 2013), SGM's (Lim et al., 2016) et les modèles d'évaluation analytique et empirique du jeu (Djelil, 2016).

3.2.1 Évaluation et apprentissage des fonctions du moteur de jeu Unity 3D et identification des caractéristiques générales du JSÉ « Code secret ».

L'évaluation et l'apprentissage des fonctions du moteur de jeu Unity 3D avaient pour objectifs de nous initier à la conception de jeu vidéo et d'identifier les caractéristiques et les éléments de jeu qui sont disponibles à travers le moteur de jeu Unity 3D.

Au départ, nous avons complété une formation offerte par OpenClassroom⁶, d'initiation à la conception de jeu vidéo avec Unity 3D.

Par la suite, nous avons complété la formation « *Unity Certified Developer Courseware*⁷ » disponible sur le site Web d'Unity 3D. Cette formation nous a permis de nous approprier les connaissances et compétences de bases qui sont nécessaires à la construction d'un jeu vidéo.

3.2.2 Définir le dossier pédagogique avec la méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissages (MISA)

Le dossier pédagogique définit le cadre général de la formation, soit les objectifs de formation visés, le public cible, les activités d'apprentissage, le contexte dans lequel le projet va se dérouler et les ressources disponibles pour le projet (Basque, 2016).

Pour définir le dossier pédagogique nous utilisons la méthode MISA. MISA est une méthode de conception de système d'apprentissage (SA) qui intègre les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour les concepteurs pédagogiques.

⁶ Récupéré le 6 juin 2017 du site OpenClassrooms : <https://openclassrooms.com/courses/realisez-votre-premier-jeu-video-avec-unity>

⁷ Récupéré le 6 juin 2017 du site Unity 3D : <https://certification.unity.com/courseware>

MISA a été créée au Centre de recherche LICEF de L'Université TÉLUQ à Montréal. La méthode permet de concevoir un SA en suivant un parcours, par phase, par axe ou par élément de documentation (ÉD) (Basque, 2016). La méthode MISA utilise un logiciel de modélisation des connaissances et des compétences « la modélisation par objets typés » (MOT+) (Paquette, 2005). L'objectif de MOT+ est de présenter un modèle graphique simple et facile d'utilisation qui permet la collaboration entre les membres d'une équipe de projet ainsi que le transfert d'informations entre les méthodes de travail. Nous utilisons les données recueillies lors d'entrevues, d'observations et les connaissances acquises lors de la revue de littérature dans les domaines de connaissances du jeu sérieux, et de la dyslexie développementale.

3.2.2.1 Définition du dossier de formation.

L'objectif général de la formation est d'offrir un outil pédagogique ludique pour la rééducation phonologique des élèves francophones âgés de 6 à 8 ans. Les activités de rééducation ont été validées par un expert du contenu en orthophonie. Les exercices sont présentés progressivement dans le jeu selon trois niveaux de difficulté et sont adaptés aux capacités des élèves.

Le dossier de formation est fondé sur les données recueillies en 2016, lors d'une série d'entrevues semi-ouvertes que nous avons effectuées, en personne et par téléphone, avec les parties prenantes, notamment une enseignante du primaire et deux orthophonistes du milieu scolaire au primaire. Les informations ont été recueillies avec deux outils de collecte de données présentées à l'annexe E, pour faciliter l'analyse des données préliminaires.

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre I, la principale contrainte pour ce projet de recherche est les ressources limitées dont nous disposons pour la conception du jeu. La conception d'un tel outil pédagogique requiert généralement l'apport d'une équipe multidisciplinaire. Pour minimiser cette situation, nous avons conçu le prototype du JSÉ avec le moteur de jeu Unity 3D et en utilisant dans la mesure du possible les actifs que le site Unity 3D met à notre disposition, sans oublier l'apport de la communauté de pratique.

Un plan de communication bien orchestré, l'apport d'experts dans les domaines de connaissances (didactique, enseignement, ingénierie des systèmes d'apprentissage, jeu sérieux, orthophonie, programmation), la compréhension de la problématique et de la situation actuelle des élèves (deux enfants âgés de 7 et 8 ans font partie de l'équipe projet), la conception d'un scénario pédagogique qui tient compte des théories et ontologies des domaines et une interface utilisateur adaptée au public cible sont les critères de la bonne marche de ce projet de recherche.

Le prototype Alpha du JSÉ a été livré le 29 septembre 2017, et est disponible selon le calendrier de l'expérimentation (figure 11). Par la suite, nous avons recueilli et analysé les commentaires, données (traces) et observations, qui serviront aux améliorations à effectuer lors de la phase subséquente, celle de la conception du prototype Beta du jeu.

3.2.2.2 L'identification et l'analyse des besoins de formations

Pour l'identification et l'analyse des besoins de formations, nous nous sommes appuyés sur les critères de compétences établis par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2006) du Québec et sur la recension de Blaxley, Kyte, Leggett, McWhirter, et Minor-Corriveau (2014).

Les enfants qui terminent chaque cycle du primaire au Québec doivent satisfaire aux critères de compétences en lecture du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS, 2006). Selon le MELS

L'élève qui termine le premier cycle du primaire doit lire des textes courants et littéraires généralement courts, illustrés et accessibles sur les plans du contenu, de la structure, de la syntaxe et du vocabulaire. Il dégage la plupart des éléments d'information explicites contenus dans un ou plusieurs courts textes pour répondre à diverses intentions de lecture. Afin de comprendre les textes qu'il lit, l'élève a recours aux stratégies apprises. De façon générale, il réagit spontanément aux textes et manifeste ses réactions, essentiellement liées à ses expériences personnelles, par le recours à la parole, au dessin, au langage non verbal et quelquefois à l'écrit (p. 75).

Le MELS définit les compétences en lecture pour les élèves du premier cycle du primaire. De plus, les travaux de Blaxley et *al.* (2014) décrivent les stratégies pour l'apprentissage de la lecture des élèves âgés de 5 à 9 ans. Blaxley et *al.* (2014) suggèrent des exercices et un tableau sur « le continuum de vocabulaire de la maternelle à la 3^e année du primaire » (p. 53), ainsi qu'un tableau sur « la gradation de la maîtrise des structures narratives » (p. 97). Ces outils permettent une évaluation progressive des compétences des élèves.

Au début des années 2000, le Congrès américain a créé un comité sur l'enseignement de la lecture, le National Reading Panel (NRP). Le National Reading Panel est venu à la conclusion qu'il y avait cinq composantes importantes pour acquérir les compétences en lecture (Shaywitz et Shaywitz, 2006) : 1) la conscience phonémique; 2) la phonologie; 3) la fluidité de la lecture; 4) le niveau de vocabulaire; 5) la compréhension.

Les exercices qui sont intégrés dans le JSÉ sont conçus pour que l'élève améliore ses compétences en lecture. Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes référés aux conclusions de l'étude de Myre-Bisaillon (2009) et au document de l'Association

ontarienne des orthophonistes et des audiologistes (AOOA) (Blaxley *et al.*, 2014) pour concevoir les exercices intégrés dans le jeu.

3.2.2.3 La description des exercices du JSÉ

Myre-Bisaillon (2009) a mis en évidence qu'il est possible d'améliorer la conscience phonologique des enfants dyslexiques par un programme de rééducation phonologique. Celle-ci a modifié le programme *WIST* pour le rendre accessible en langue française⁸. Ce programme adapté pour sa recherche est basé sur trois types d'exercices :

1. L'identification par analogie

L'identification par analogie est la reconnaissance des rimes dans les mots qui finissent avec le même phonème. On enseigne aux enfants à identifier la rime du mot, et à la comparer à un mot clé introduit dans le programme qui présente la même rime, et à utiliser cette comparaison (analogie) pour identifier le nouveau mot. Par exemple, les mots clés enseignés, « mon », « ton » ou « son », ont servi à identifier le mot « menton » (Myre-Bisaillon, 2009).

2. L'identification par repérage d'une partie connue

L'identification par repérage d'une partie connue correspond à segmenter les mots pour en trouver de plus petits. Devant un nouveau mot, on enseigne aux enfants à chercher un mot ou une partie de mot qui leur serait familier à l'intérieur du mot à identifier. Par

⁸ Récupéré le 10 décembre 2017 du site TA@l'école : <https://www.taalecole.ca/programme-wist/>

exemple, devant le mot montagne, les enfants peuvent reconnaître les parties « mon » et « ta » qui correspondent à des mots clés enseignés (Myre-Bisaillon, 2009).

3. L'identification par pelage de mot

L'identification par pelage du mot représente une technique pour identifier la racine d'un mot en éliminant les suffixes et les préfixes. Enlever les préfixes au début des mots ou les suffixes à la fin des mots, pour qu'il ne reste que la racine à identifier. Par exemple, on retranche le « re » et le « ment » au mot « recommencement » pour identifier le mot « commence » (Myre-Bisaillon, 2009).

Les exercices du prototype Alpha du jeu Code secret qui sont intégrés dans la dimension sérieuse se concentrent sur les deux premières composantes identifiées par le NRP, c'est-à-dire la conscience phonémique et la phonologie.

La conscience phonologique est un terme général qui correspond à l'habileté à identifier et à manipuler les mots dans une phrase et les parties d'un mot (les syllabes, les rimes et les phonèmes). La conscience phonémique, qui est le plus haut niveau de la conscience phonologique, correspond à l'habileté à identifier et à manipuler les phonèmes (Saint-Laurent et Giasson, p. 2).

Les connaissances principales recherchées dans le jeu sont indiquées sur le tableau des compétences (tableau 2) (Basque, 2016), tandis que l'évaluation du transfert de compétences est basée selon la progression potentielle du développement des compétences (tableau 3) (Basque, 2016).

3.2.2.4 Les scénarios pédagogiques

À travers le parcours du jeu, les élèves suivent les consignes pour effectuer une série d'exercices variés, notamment d'identifier des graphèmes et des syllabes, de

reconnaître des rimes et des racines de mots, dans le but d'améliorer leurs compétences en lecture.

Le jeu se compose d'une scène principale pour présenter aux élèves le but du jeu, expliquer les caractéristiques de chaque mission à accomplir et recevoir la rétroaction après chaque mission.

L'élève doit effectuer quatre missions pour compléter le parcours du jeu. La dimension éducative représente un maximum de 10 minutes sur un temps de jeu total de 20 minutes. Seuls quatre exercices de l'unité d'apprentissage (UA) (A), niveau de difficulté faible, sont intégrés dans le prototype Alpha du réseau des événements d'apprentissage (RÉA) (figure 6).

ID	Connaissance principale	Public cible	UA	Niveau de compétence actuelle estimée			Niveau de compétence visée			Énoncé de compétence
				Verbe	Niv	Perf. Seuil voir note 1	Verbe	Niv	Perf. Visée voir note 2	
1	Association graphèmes-phonèmes	Tous	A	Prêter attention	1	0	Identifier	2	Mesure 1 et 3	Améliorer la conscience phonémique
2	L'identification par analogie	Tous	A	Prêter attention	1	0	Identifier	2	Mesure 1 et 3	Améliorer la phonologie
3	L'identification par repérage	Tous	A-B	Prêter attention	1	0	Identifier	2	Mesure 1 et 3	Augmenter l'accès lexical
4	L'identification par pelage du mot	Tous	A-B-C	Repérer	2	0	Reproduire	4		Améliorer la phonologie
5	Manipuler des mots connus dans une phrase	Tous	B-C	Repérer	2	0	Utiliser	5		Améliorer la conscience phonologique
6	Les propriétés abstraites des mots	Tous	B-C	Repérer	2	0	Utiliser	5		Améliorer la syntaxe
7	Déchiffrer les sons dans des mots réguliers inconnus et pseudo-mots	Tous	C	Prêter attention	2	0	Reproduire	4		Augmenter la mémoire lexicale
8	Manipuler les graphèmes dans les mots et en identifier les sons	Tous	C	Préciser	3	0	Utiliser	5		Sensibiliser à l'analyse graphophonétique.
9	Traitement Visio — attentionnel.	Tous	A-B-C	Préciser	3	0	Stimuler	8	Mesure 1 et 2	Améliorer la fluidité de la lecture
10	Utiliser le jeu	Tous	A-B-C	Prêter attention	1	0	Appliquer	5	Mesure 1 et 4	Jouer de manière optimale
11	Apprendre à faire les correctifs nécessaires	Tous	A-B-C	Repérer	1	0	Appliquer	5	Mesure 2, 3 et 4	Métacognition

Note 1 : Dans le cadre de ce projet, seulement les compétences en vertes (1, 2, 3, 9, 10 et 11) sont intégrées et évaluées dans le prototype Alpha du jeu. Le seuil des compétences est établi pour chaque enfant à la fin de la première partie de jeu. L'évaluation des performances visées, c'est-à-dire le niveau de compétences acquises durant l'expérimentation, sera effectuée à la fin de l'expérimentation après l'analyse des données recueillies :

Note 2 : Le niveau de compétence visée est basé sur les quatre mesures suivantes;

Mesure 1 : Le temps requis pour effectuer chaque mission

Mesure 2 : Le nombre de fois que l'on met le jeu à pause par mission

Mesure 3 : Le nombre de fois que l'on utilise le bouton « Aide » par mission

Mesure 4: L'utilisation du bouton « Répéter » et « Vidéo » avant chaque mission

Tableau 2 : Le tableau des compétences inspiré de (Basque, 2016)

Niveau	Sensibilisation			Familiarisation			Maîtrise			Expertise	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1— Prêter attention	2 3 10	1	6 7								
2-Repérer/Mémoriser	11	5	4		1 2						
3— Instancier/précisé		8	9			3					
4-Transposer/Traduire											
5 –Appliquer					5	6 8	4	7	11	10	
6 –Analyser											
7 –Réparer							9				
8 –Synthétiser											
9 –Évaluer											
10 –Autocontrôler											

Compétences :	Énoncé des compétences	Habilitété	Niveau	Habilitété	Niveau
1	Association graphèmes-phonèmes	Prêter attention	1	Identifier	2
2	L'identification par analogie	Prêter attention	1	Identifier	2
3	L'identification par repérage	Prêter attention	1	Identifier	2
4	L'identification par pelage du mot	Repérer	2	Reproduire	4
5	Manipuler des mots dans une phrase	Repérer	2	Utiliser	5
6	Identifier les propriétés abstraites des mots	Prêter attention	1	Utiliser	5
7	Déchiffrer les sons dans des mots réguliers inconnus et pseudo-mots	Prêter attention	1	Reproduire	4
8	Manipuler les phonèmes dans les mots et en identifier les sons,	Précisé	3	Utiliser	5
9	Traitement Visio — attentionnel.	Précisé	3	Stimuler	8
10	Utiliser le jeu	Prêter attention	1	Appliquer	5
11	Apprendre à faire les correctifs nécessaires	Repérer	1	Appliquer	5

Tableau 3 : Progression potentielle du développement des compétences inspiré de (Basque, 2016)

3.2.2.5 Propriétés des activités et description d'une session de jeu

L'élève commence la session de jeu en s'identifiant avec son nom de code, ensuite il clique avec la souris sur le bouton bleu **JOUER**. Une nouvelle scène apparaît avec deux avatars, l'élève doit choisir l'un d'eux en cliquant avec la souris. Seul l'avatar choisi apparaît et indique à l'élève de cliquer sur le bouton vert **JOUER** pour commencer la partie. La scène principale s'affiche et le joueur peut commencer.

La version finale du système d'apprentissage (SA) utilise quatre missions et trois unités d'apprentissage (UA), pour intégrer un contenu éducatif endogène, c'est-à-dire comprendre le monde virtuel et ses obstacles et interagir avec les concepts et procédures étudiés, notamment l'association graphèmes-phonèmes et la reconnaissance des rimes et parties de mots. Pour adapter le niveau aux compétences des élèves, nous utilisons le curriculum en spirale de Bruner (1960, cité par Basque, 2016) avec trois niveaux de difficultés, représentées par les UA (A, B, C) (Annexe D). Ce modèle est bien adapté à l'apprentissage de la lecture, puisque celui-ci demande des exercices répétitifs tout en augmentant graduellement le niveau de compétence recherché. Toutefois, seuls quatre exercices de l'UA (A) sont intégrés dans le prototype Alpha du jeu (figure 7).

3.2.2.6 La sélection des mécaniques du JSÉ Code secret

Après avoir complété le dossier pédagogique et établi les caractéristiques générales du jeu, nous avons identifié les mécaniques pédagogiques et les mécaniques ludiques pour finalement faire la sélection des mécaniques du jeu qui offrira la meilleure synergie pour l'apprentissage des compétences recherchées dans le dossier pédagogique.

3.2.2.7 Identification des mécaniques pédagogiques fondées sur le modèle « Learning Mechanics & Games Mechanics » (LM-GM) de (Arnab *et al.*, 2013).

Le (tableau 3), progression potentielle du développement des compétences (Basque, 2016) a permis de faire ressortir les trois compétences principales à intégrer dans le jeu, c'est-à-dire identifier, reproduire et appliquer. Comme le mentionne Patino *et al.* (2016), après avoir défini les compétences pédagogiques recherchées, il faut choisir les mécaniques pédagogiques qui correspondent aux transferts de compétences.

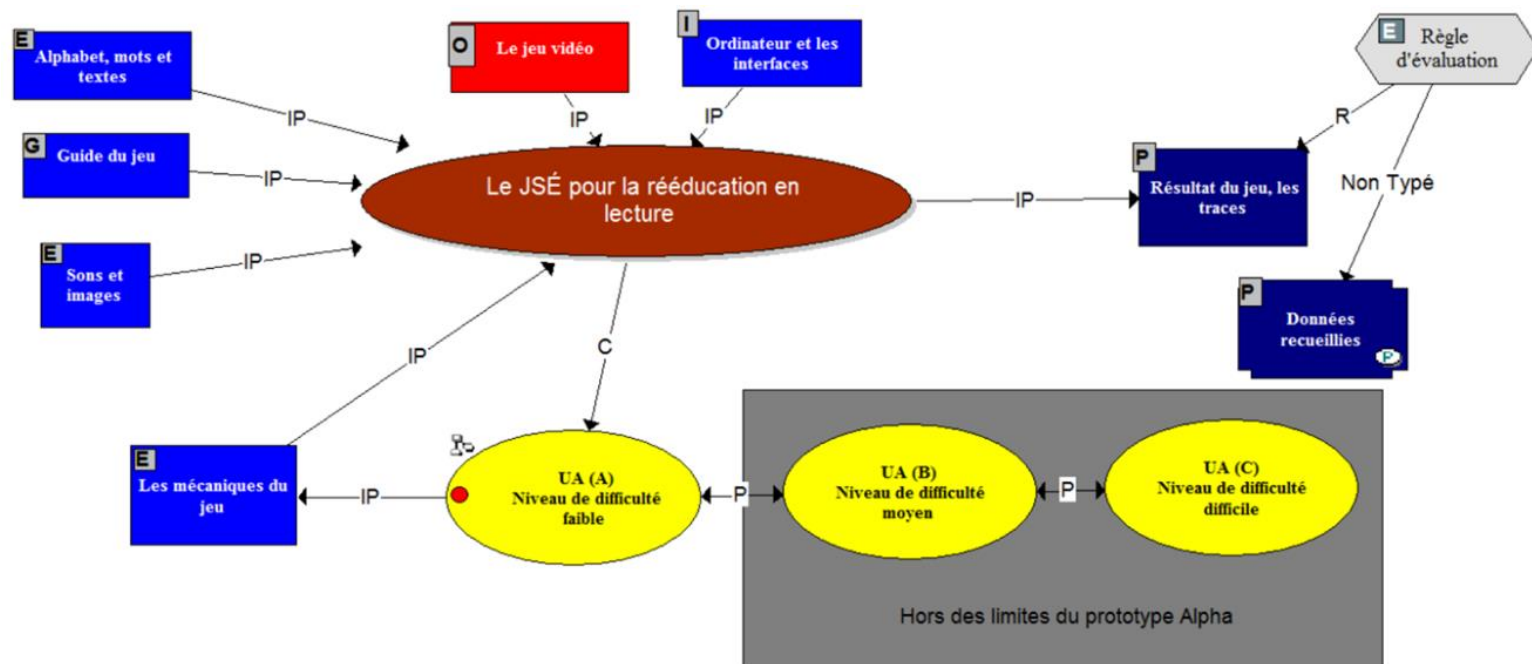


Figure 6 : Modélisation graphique du RéA du jeu Code secret avec MOT+ (Paquette, 2005).

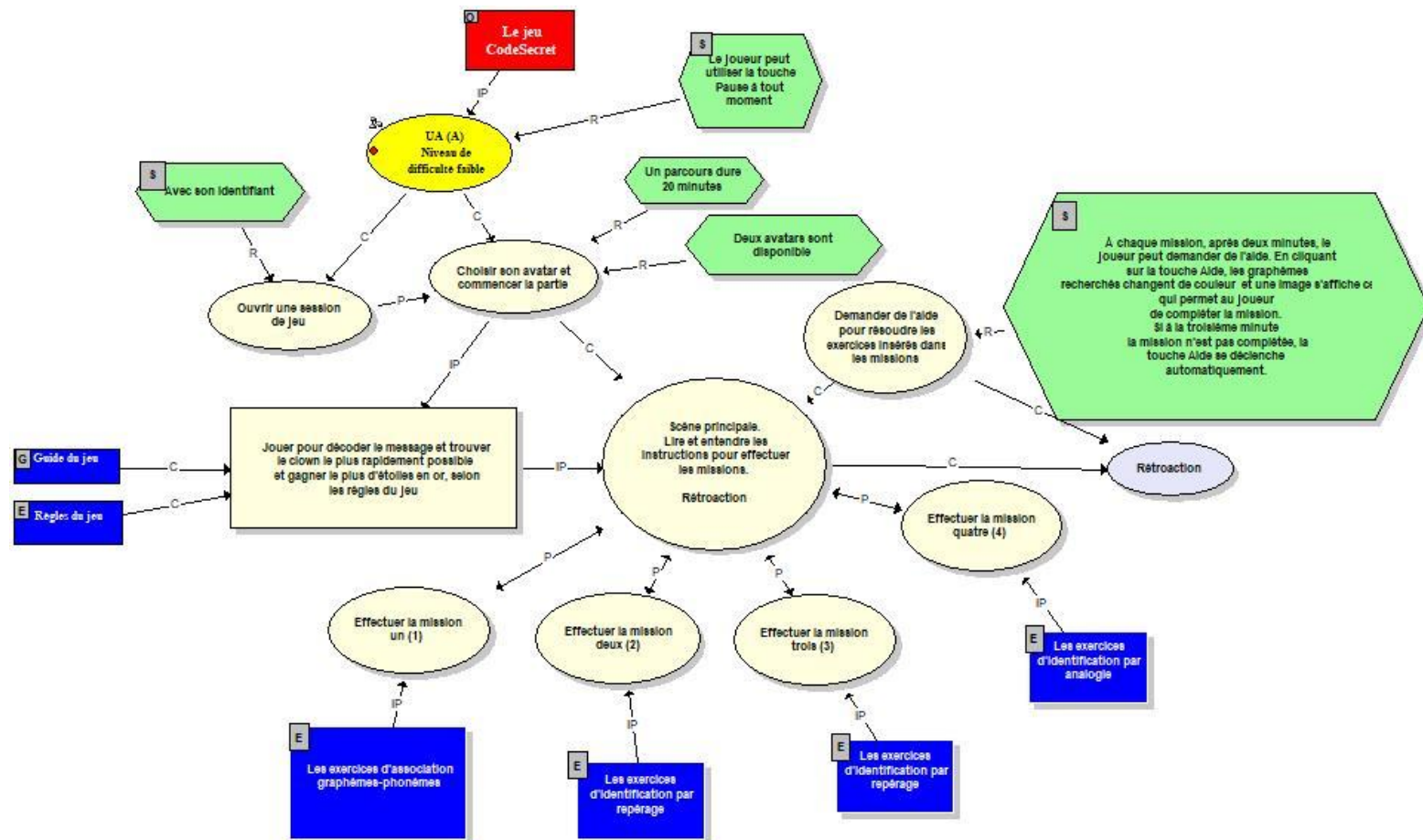


Figure 7 : Modélisation graphique du modèle pédagogique du prototype Alpha avec MOT+ (Paquette, 2005).

En utilisant le modèle LM-GM de Arnab *et al.* (2013) en symbiose avec le tableau des compétences (tableau 2), nous avons identifié les mécaniques pédagogiques pertinentes à intégrer dans le JSÉ. Les mécaniques en bleu représentent les mécaniques pédagogiques choisies pour être intégrées dans le JSÉ Code secret (tableau 4).

Mécaniques de l'apprentissage (Arnab et al., 2013)		Mécaniques de l'apprentissage identifiées pour le JSÉ Code Secret	
Responsable	Modéliser	Responsable	Modéliser
Responsabilité		Responsabilité	
Planification		Planification	
Orientation		Orientation	
Évaluer	Réfléchir/discuter	Évaluer	Réfléchir/discuter
Collaboration	Méthodique	Collaboration	Méthodique
Énoncer une hypothèse		Énoncer une hypothèse	
Motiver		Motiver	
Intérêt		Intérêt	
Analyser	Identifier	Analyser	Identifier
Expérimenter	Observation	Expérimenter	Observation
Rétroaction	Copier	Rétroaction	Copier
Action/tâche	Reproduire	Action/tâche	Reproduire
Compétition	Simuler	Compétition	Simuler
Coopération		Coopération	
Démontrer		Démontrer	
Objectiver	Instruction	Objectiver	Instruction
Participation	Tuteur	Participation	Tuteur
Questions et réponses	Étager	Questions et réponses	Étager
Découvrir	Observation	Découvrir	Observation
Explorer		Explorer	
Généraliser		Généraliser	
Répéter		Répéter	

Tableau 4 : La liste des mécaniques pédagogiques identifiées, fondée sur le modèle LM-GM (Arnab et al., 2013).

3.2.2.8 Identification des mécaniques de ludification du jeu

L'objectif des mécaniques ludiques est de faciliter le transfert de connaissances par le jeu et le plaisir intrinsèque du jeu (Patino *et al.*, 2016). À partir des mécaniques pédagogiques identifiées dans le (tableau 4) et des mécaniques du jeu du modèle LM-GM (Arnab *et al.*, 2013), nous avons identifié les mécaniques ludiques qui seront utilisées dans le JSÉ Code secret, en tenant compte des objectifs du projet. Les mécaniques en rose représentent les mécaniques ludiques choisies (tableau 5).

Mécaniques ludiques (Arnab et al., 2013)		Mécaniques ludiques identifiées pour le JSÉ Code Secret	
Conception et édition	Jeu infini	Conception et édition	Jeu infini
Responsable	Status	Responsable	Status
Apprendre en enseignant	Grilles	Apprendre en enseignant	Grilles
Stratégie et planification		Stratégie et planification	
Points d'action	Optimiste	Points d'action	Optimiste
Évaluer	Reconnaissances et pénalités	Évaluer	Reconnaissances et pénalités
Collaboration	L'effet Pareto	Collaboration	L'effet Pareto
Découverte	Tour du jeu	Découverte	Tour du jeu
Gestion des ressources		Gestion des ressources	
Rétroaction	Rétroaction immédiate	Rétroaction	Rétroaction immédiate
Réalisme		Réalisme	
Métagame		Métagame	
Compétition	Sélection et collection	Compétition	Sélection et collection
Coopération	Simulation	Coopération	Simulation
Capture et élimination	Stress du temps	Capture et élimination	Stress du temps
Mouvement	Défie	Mouvement	Défie
Interactions		Interactions	
Didacticiel	Rendez-vous	Didacticiel	Rendez-vous
Contagion	Jeu de rôle	Contagion	Jeu de rôle
Questions et réponses	Scénario du jeu	Questions et réponses	Scénario du jeu
Action des scènes	La dynamique du comportement	Action des scènes	La dynamique du comportement
Jetons	Conditionnement opérant	Jetons	Conditionnement opérant
Viralité	Information	Viralité	Information
Plaisir	Niveau	Plaisir	Niveau

Tableau 5 : La liste des mécaniques ludiques identifiées, fondée sur le modèle LM-GM de Arnab et al. (2013).

3.2.3 La sélection des mécaniques du JSÉ avec le modèle « Serious Game Mechanics » (SGMs) (Lim et al., 2016)

Le modèle SGMs se définit comme étant le choix des mécaniques pédagogiques et ludiques qui sont intégrées lors de la réalisation du JSÉ. L'objectif du modèle SGMs est de permettre une transition harmonieuse entre les objectifs d'apprentissages et le plaisir de jouer (Lim et al., 2016).

Nous avons intégré dans le tableau 6, les mécaniques de jeu et d'apprentissage qui ont été identifiés, et les avons alignés avec les compétences réflexives révisées de Bloom (Anderson, Krathwohl et al., 2001). Ce qui nous a permis de valider que les deux compétences principales à intégrer dans le jeu sont de se rappeler (identifié) et d'appliquer.

L'analyse des mécaniques du jeu (tableau 7) regroupe les mécaniques d'apprentissage alignées avec les mécaniques ludiques qui facilitent le transfert de compétence recherchée. Par la suite, nous indiquons dans quelle partie du JSÉ ils sont intégrés, leurs utilités ainsi que la théorie et le concept correspondant.

Mécaniques ludiques identifiées pour le JSÉ Code Secret		Nbrs	Compétences réflexives revisées de Bloom (Anderson, Krathwohl et al., 2001)	Nbrs	Mécaniques de l'apprentissage identifiées pour le JSÉ Code Secret	
Status		1	Créer	0		
Points d'action	Reconnaissances et pénalités	2	Évaluer	3	Motiver	Réfléchir
					Intérêt	
Rétroaction	Rétroaction immédiate	2	Analyser	2	Rétroaction	Identifier
Compétition	Interactions	6	Appliquer	3	Action/tâche	Reproduire
Capture et élimination	Stress du temps				Compétition	
Mouvement	Défie					
Scénario du jeu		1	Comprendre	2	Participation	Instruction
Action des scènes	Niveau	4	Se rappeler	3	Découvrir	Observation
Plaisir	Conditionnement opérant				Répéter	

Tableau 6 : Liste des mécaniques ludiques et pédagogiques à intégrer dans le JSÉ Code secret inspiré de (Lim et al., 2016)

<i>Mécaniques ludiques</i>	<i>Mécaniques pédagogiques</i>	<i>Insertion</i>	<i>Utilité</i>	<i>Théorie/concept</i>
Statuts	Instruction	Une bande sonore accompagne une photo de la mission sur un tableau.	Guider l'élève durant les missions. Expliquer les activités à réaliser, le but et les défis avant chaque mission.	Cognitiviste, modèles mentaux
Points d'action, interactions	Action/tâche, découvrir, participation, répéter	Activités multisensorielles, images, sons et textes intégrés dans les exercices.	Participation par l'apprentissage actif. Utilisation de plusieurs sens pour accomplir les activités (auditif, visuel, kinesthésique). Amélioration de la rétention.	Constructiviste, cognitiviste
Reconnaisances	Motiver	Les étoiles de couleur (or, argent et bronze) selon le rendement de l'élève aux missions	Motiver les élèves à améliorer leur performance. Pouvoir faire des erreurs sans les conséquences.	Behavioriste, motivationnelle APCS
Rétroaction, rétroaction immédiate	Rétroaction	La minuterie qui indique le temps restant pour chaque mission. Les messages de félicitations et l'accumulation d'étoile.	Sentiment d'immersion, défi et motivation de faire toujours mieux.	Cognitiviste, le <i>flow</i>
Compétition, défi	Compétition, intérêt	Le temps est limité pour accomplir chaque mission et la possibilité de gagner des étoiles de couleur or.	Augmenter le sentiment d'immersion. Réussir le défi en effectuant une bonne action.	Le <i>flow</i> , motivationnelle (ARCS)
Capture et élimination, mouvement	Action/tâche, intérêt, reproduire	Les différentes activités du jeu, tir au fusil, manipuler une boule, faire sauter un avatar, etc.	Le plaisir de jouer et d'apprendre à corriger ses erreurs.	Constructiviste, le <i>flow</i> , motivationnel APCS
Stress du temps	Participation, Réfléchir	Une minuterie dans le haut de l'écran affiche en permanence le temps qu'il reste à la mission. Possibilité de mettre le jeu à pause en tout temps.	Améliore le sentiment d'urgence et l'immersion dans le jeu. Offre la possibilité de faire un temps de réflexion avec l'option pause. Avoir le contrôle sur le jeu.	Constructiviste, le <i>flow</i>
Niveau	Observation, motiver	Le niveau atteint après chaque parcours	Améliore la motivation, l'apprentissage graduel	Constructiviste, motivationnelle (ARCS)
Conditionnement opérant	Répéter	Les bons comportements sont récompensés, notamment avec l'utilisation de la touche Aide. Répéter chaque type d'exercice un minimum de trois fois.	Apprendre à corriger ses erreurs sans les conséquences. Avoir le contrôle sur le jeu.	Behavioriste, cognitiviste
Scénario du jeu	Instruction	Le choix de l'avatar. La rencontre de départ pour expliquer le contexte et le but du jeu. La narration entre l'avatar et la directrice.	La possibilité de faire des choix. De découvrir l'univers du jeu avant de commencer le parcours.	Le contrôle sur le jeu, motivationnelle (ARCS), narratologie
Action des scènes	Identifier	Répétitions des exercices.	Renforcement positif.	Behavioriste
Plaisir	Intérêt, motiver	Le jeu est adapté au public cible, personnages univers et l'action des missions du jeu.	Avoir du plaisir, s'amuser.	Motivationnelle (ARCS), le <i>flow</i>

Tableau 7 : L'analyse des mécaniques du JSÉ Code secret inspiré de (Lim et al., 2016)

3.2.4 Le scénario du prototype Alpha du JSÉ Code secret

3.2.4.1 L'aperçu du jeu

L'histoire commence par la disparition du clown vedette Bill d'un cirque populaire. La directrice de l'agence de sécurité du cirque demande à son meilleur agent(e) de retrouver le clown le plus tôt possible.

Entre temps, on a découvert dans la loge du clown son journal intime, cependant il est écrit avec de l'encre invisible. La directrice et l'agent(e) sont convaincus qu'il faut faire apparaître le message écrit pour le retrouver.

Cependant, pour faire apparaître le message écrit à l'encre invisible, l'agent(e) doit réussir quatre missions différentes. Chaque mission permet de faire apparaître une partie du message, le message complet apparaît à la fin de la quatrième mission.

3.2.4.2 Synopsis

L'élève commence la session de jeu en cliquant avec la souris sur le bouton bleu **JOUER**. Une nouvelle scène apparaît avec un agent et une agente, l'élève doit choisir l'un d'eux en cliquant avec la souris sur la photo correspondante. Seul l'agent(e) choisi(e) apparaît et indique verbalement à l'élève de cliquer sur le bouton vert **JOUER** pour commencer la partie. La scène principale s'affiche et le jeu commence.



Figure 8 : Les scènes de départ du JSÉ

3.2.4.3 La scène principale

La scène principale représente le bureau de la directrice de l'agence de sécurité.

L'élève avance vers la réception pour aviser le réceptionniste que l'agent(e) est arrivé.

On lui demande ensuite verbalement d'entrer dans le bureau de la directrice pour connaître sa mission. L'élève avance dans le bureau de la directrice. La directrice lui explique la situation et lui demande de retrouver Bill rapidement.

Avant chaque mission, on indique à l'élève d'appuyer sur la touche **Échapp** en haut à gauche du clavier et ensuite, de cliquer avec la souris sur le bouton bleu **VIDÉO** pour connaître les consignes de la mission, cependant l'élève peut passer directement à la mission en cliquant sur le bouton vert **ACCEPTER LA MISSION**.



Figure 9 : Scène principale

Après avoir écouté les consignes (figure 10), l'élève doit choisir entre cliquer sur le bouton vert **ACCEPTER LA MISSION** pour commencer la mission ou sur le bouton noir **RÉPÉTER** pour revoir les consignes.

L'élève peut en tout temps arrêter le jeu, en appuyant sur la touche **Échapp** en haut à gauche du clavier. Pour continuer le jeu, il faut de nouveau appuyer sur la touche **Échapp**.

Après trois minutes de jeu ou après avoir réussi la mission, l'agent(e) retourne automatiquement dans la scène de départ pour recevoir une rétroaction et connaître la prochaine mission. Une partie des mots du message secret s'écrit sur le tableau de la directrice et une étoile de couleur (or, argent ou bronze) apparaît selon le rendement de l'élève, un des objectifs du jeu est d'accumuler quatre étoiles de couleur dorées.

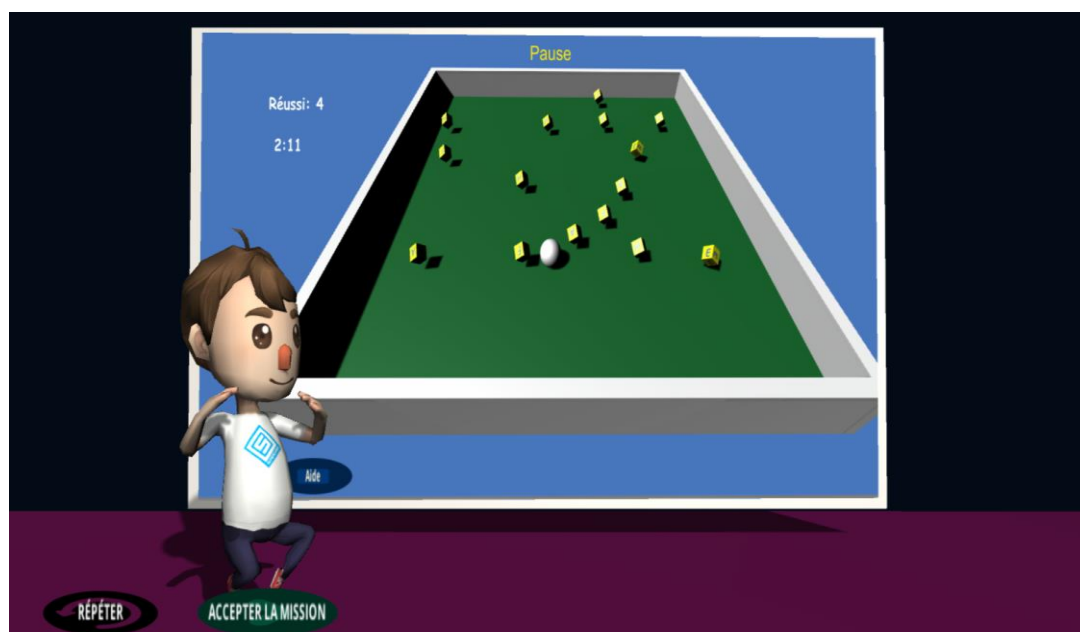


Figure 10 : Scène pour des consignes de la mission 1

Une étoile de couleur dorée apparaît si la mission est complétée en moins de deux minutes, une étoile de couleur argentée apparaît si la mission est complétée en moins de trois minutes, même si l'élève utilise la touche bleue **Aide** et finalement une étoile de couleur bronze apparaît après trois minutes de jeu.

La directrice félicite l'agent(e) et l'encourage verbalement à effectuer la prochaine mission

Le scénario se répète pour les missions 3 et 4, cependant lorsque la mission 4 est complétée, le message secret apparaît en entier et l'on retrouve le clown Bill. La directrice remercie l'agent(e) et on lui indique verbalement de cliquer sur le bouton bleu **TERMINER**, pour quitter le jeu ou rejouer une autre partie.

Le JSÉ permet de personnaliser l'apprentissage pour l'adapter aux élèves en difficultés, puisqu'il offre de varier la cadence du jeu, entre autres par la possibilité de faire répéter les explications de chaque mission, de mettre le jeu à pause en appuyant sur la touche **Échapp** et même de demander de l'aide lorsqu'il rencontre une difficulté trop importante avec le bouton bleu **Aide**. Tous ses mécanismes sont accessibles sans pénaliser l'élève.

L'élève ne peut que gagner des étoiles et non en perdre. Selon Keller (2000), il faut mettre en place un environnement où l'élève se sent en confiance. Il peut faire des erreurs et recommencer sans pour autant être pénalisé. Keller (2000) insiste sur l'importance de la rétroaction rapide et positive pour reconnaître l'effort et le plaisir dans l'apprentissage.

3.2.4.4 Le message secret

Le texte de UA (A) est inspiré des mots recommandés dans la liste orthographique à l'usage des enseignants(es) du primaire (ministère de L'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2014).

« Je suis parti visiter ma mère, qui a besoin d'aide, je crois qu'il y a un bandit qui la retient, je dois la secourir. Ma maman vit dans la maison de mon enfance qui est située sur la rue Joliette à Québec. Elle est facile à trouver avec son toit vert et sa grande galerie qui fait face à la rivière. Si vous faites apparaître ce message, venez me retrouver rapidement à la maison de mon enfance. »

3.2.4.5 Description des missions

Mission 1 (type d'exercice : Conscience phonémique)

La première mission consiste à manipuler une sphère sur une table de billard pour découvrir la couleur préférée de Bill. La sphère doit entrer en contact avec des cubes qui sont en mouvement constant pour les faire disparaître. Seuls les cubes qui représentent un graphème qui correspond au phonème entendu disparaissent. Si l'élève touche un autre cube, la sphère rebondit. La mission intègre quatre (4) phonèmes différents, et ils apparaissent l'un à la suite de l'autre. Pour réussir la mission, on doit faire disparaître les trois cubes qui indiquent le graphème du phonème entendu.

Les quatre graphèmes qui sont intégrés (U, E, B, L) dans le jeu correspondent aux lettres du mot bleu. Ils ont été choisis avec l'aide du plurisystème orthographique de niveau 1, de Nina Catach (1995).

Le défi réside dans la reconnaissance du graphème qui correspond au phonème entendu et dans la manipulation du clavier. La sphère n'est pas facile à bouger avec les touches directionnelles du clavier et les cubes sont en mouvement constant. Un maximum de 3 minutes est alloué pour effectuer la mission. L'élève peut en tout temps arrêter le jeu sans pénalité en appuyant sur la touche **Échapp** en haut à gauche du clavier. Pour recommencer, il doit appuyer de nouveau sur la touche **Échapp**.

Après deux minutes de jeu, l'élève peut demander de l'aide, en cliquant avec la souris sur la touche bleue **Aide**, les cubes avec les mauvais graphèmes disparaissent, ce qui permet à l'élève de compléter la mission.

Mission 2 (type d'exercice : Identification par repérage d'une partie connue)

Bill le clown effectue du bénévolat deux semaines par année avec ses amis dans une région désertique où la population locale fait face à une famine. La mission de l'élève est de se rendre dans la région et de faire éclater les nuages pour provoquer la pluie en utilisant un fusil laser spécial. Seuls les nuages qui incluent un mot qui débute avec la syllabe recherchée (P_I_N) éclatent. Pour réussir la mission, on doit faire éclater 6 nuages sur un total de 12. Le défi réside dans la reconnaissance des mots qui commencent avec les lettres (P_I_N) et dans l'approche de l'élève, les nuages sont en mouvement constant et l'élève doit orienter le faisceau du laser rapidement et avec précision. Un maximum de 3 minutes est alloué pour effectuer la mission. Après deux minutes, l'élève peut demander de l'aide, en cliquant avec la souris sur la touche bleue **Aide**, les nuages avec les mots non recherchés disparaissent ce qui permet à l'élève de compléter la mission.

Mission 3 (type d'exercice : Identification par repérage d'une partie connue)

On doit récupérer la clé qui ouvre la maison de Bill le clown. Pour ce faire, l'avatar doit parcourir un parcours truffé d'embûches. La clé se situe en haut d'une plateforme, à la fin du parcours. Pour y parvenir, l'élève doit avancer sur les bonnes plateformes. Seules les plateformes avec la partie du mot (CRU) qu'il entend sont sécuritaires. Si par malheur, il saute sur une mauvaise plateforme ou dans le vide, il revient à son point de départ. Le défi réside dans la reconnaissance du mot (CRU) dans le nom des plateformes et dans la manipulation du clavier. Il faut appuyer sur plusieurs touches en même temps pour avancer et sauter d'une plateforme à l'autre. Les plateformes sont distancées entre elles et se situent dans le vide. Un maximum de 3 minutes est alloué

pour effectuer la mission. Après deux minutes, l'élève peut demander de l'aide, en cliquant avec la souris sur la touche bleue **Aide**, les mauvaises plateformes disparaissent ce qui permet à l'élève de compléter la mission.

Mission 4 (Type d'exercice : Identification par analogie)

En ouvrant la porte de la maison de Bill, son chien Pantoufle s'est échappé, il faut le retrouver. Avec son flair, il a sûrement retrouvé son maître. Les informations nous indiquent qu'il faut suivre la direction des flèches sur le panneau des rues qui riment avec la syllabe (mi), pour retrouver Pantoufle. Le défi est de reconnaître le nom des rues qui riment avec la syllabe (mi). S'il prend une mauvaise direction, l'élève perdra du temps. En plus, il faut rester prudent, car s'il est heurté par un véhicule dans la circulation, il sera ramené à son point de départ par ambulance. Un maximum de 3 minutes est alloué pour effectuer la mission. Après deux minutes, l'élève peut demander de l'aide en cliquant avec la souris sur la touche bleue **Aide**, le nom des rues qui ne riment pas avec (mi) disparaissent ce qui permet à élève de compléter la mission.

3.2.5 Exigences techniques pour participer à la recherche

Un ordinateur équipé d'un processeur x64 de 2,2 GHz ou plus, avec un écran, une souris, un clavier et des haut-parleurs ou écouteurs. L'ordinateur doit utiliser une version récente du système d'exploitation 64 bits, une connexion Internet haute vitesse et un fureteur à jour afin de maximiser la compatibilité avec les standards WebGL et HTML5 (nous recommandons d'installer la version 64 bits de Google Chrome ou Firefox).

3.2.6 Édition du JSÉ Code secret

Le jeu réside sur un serveur Web sécurisé et est accessible en ligne avec un lien Internet HTTPS à l'adresse suivante : <https://www.jeuxserieux.ca/jeux/codesecret/>

3.3 L'expérimentation

L'expérimentation implique quatre enfants, l'opinion de leurs parents et de divers spécialistes. Une directrice d'école et une enseignante du primaire sont au nombre des spécialistes qui ont évalué le JSÉ.

Nous avons sélectionné les enfants (quatre) qui ont accepté avec l'accord de leurs parents ou tuteurs notre invitation. Les critères de sélection étaient relativement simples c'est-à-dire :

- être un enfant francophone âgé de 6, 7 ou 8 ans. Pour cette étude, les enfants sélectionnés ne présentent pas obligatoirement des symptômes associés à la dyslexie ;
- les enfants et leurs parents acceptent de suivre le protocole de l'expérimentation ;
- les enfants disposent des équipements informatiques indiqués dans les exigences techniques.

L'expérimentation se fait à la maison sous supervision d'un parent avec le support d'un ordinateur de type PC équipé des interfaces nécessaires et d'une connexion Internet (voir les exigences techniques pour participer à la recherche). Nous avons fait ce choix par rapport au contexte de cette étude. L'utilisation du jeu vidéo comme outil pédagogique doit être utilisée en mode autoformation, cependant comme le public cible

est composé d'enfants de 6 à 8 ans et que les données sur leurs comportements sont indispensables pour les résultats de la recherche, on doit encadrer la session de jeu avec un parent ou tuteur.

Le protocole et le calendrier de l'expérimentation (figure 11)

- Présentation du prototype du jeu Code secret au parent ou tuteur et validation des exigences techniques.
- Un des parents ou tuteurs de l'élève signe le formulaire de consentement (annexe A) et le fait parvenir au directeur de projet.
- Les élèves participent à la formation de départ en ligne offerte par le directeur du projet via Skype avant de recevoir son identifiant. Barendregt, Bekker, Bouwhuis et Baauw (2006) indiquent qu'on améliore la satisfaction de l'élève, s'il a pu apprivoiser le jeu avant l'expérimentation.
- Les enfants effectuent une session de jeu, un minimum de deux parties de suite sans aide, accompagné d'un parent.
- Après la session de jeu, chaque enfant sera invité à remplir individuellement, avec l'aide du chercheur via Skype, un questionnaire en ligne au sujet du design et de la convivialité du jeu (environ 15 minutes). Selon Read (2008) la perception qu'a l'élève de l'interviewer peut influencer ses réponses. Il est important que l'enfant ne ressente aucune pression, et qu'il ne perçoive pas le directeur du projet comme une personne en autorité, ce qui pourrait fausser les résultats.
- Chaque parent ou tuteur remplit le sondage de 10 minutes disponible en ligne dans les 24 heures après la session de jeu.

	nov-17					déc-17				
Activités	20-oct	27-oct	03-nov	10-nov	17-nov	01-déc	08-déc	15-déc	22-déc	29-déc
Activités de recrutement de parents d'élèves										
Présentation du jeu et validation technique avec les parents (via Skype)										
Réception des formulaires de consentement signés.										
Session de formation de départ aux élèves (via Skype)										
Envoi des noms de code et des formulaires d'évaluation										
Session de jeu										
Évaluation du jeu par les élèves										
Sondage des parents										
Cueillette des données										
Analyse des données										
Résultats et interprétations des données										

Figure 11 : Calendrier de l'expérimentation

3.3.1 Types d'assistance offerte à l'élève et aux parents et tuteurs

Avant le début de l'expérimentation, une formation obligatoire est offerte aux élèves par le directeur du projet par l'entremise de Skype. Le directeur du projet présente le jeu et explique les règles et les défis du jeu, répond à toutes les questions et fait parvenir aux parents des enfants participants les identifiants par courriel. À tout moment, les parents peuvent communiquer par courriel avec le directeur du projet.

3.3.2 Diffusion

Le jeu sera disponible sur un site Web sécurisé. L'élève n'aura qu'à inscrire son identifiant (nom de code) directement à la première scène et commencer la session de jeu. On peut utiliser le nom de code qu'une seule fois, le nombre de parties est illimité.

3.3.3 Support des matériels et la sécurité des données

Le jeu réside sur un serveur Web sécurisé et est accessible en ligne avec un lien Internet HTTPS. Nous portons une attention particulière à la sécurité des données et à la fiabilité de la plateforme. Pour ces deux éléments, nous utilisons les techniques et outils les mieux adaptés pour nous assurer que les informations sensibles sur les

enfants sont sécurisées par cryptage et que la plateforme Web où réside le jeu est testée et corrigée avant le début de l'étude.

3.3.4 Les sources des données

Il faut recueillir et évaluer les données des actions du jeu par l'élève, pour ainsi effectuer les correctifs nécessaires à sa personnalisation. Selon Andersen *et al.* (2010), les données que l'on doit analyser pour suivre l'évolution du joueur sont le temps d'apprentissage, l'efficacité de la rétroaction, les différents comportements motivationnels, le temps de jeu, leurs commentaires, les essais et erreurs et les résultats.

Lorsqu'on utilise un JSÉ, toutes les actions du joueur laissent des traces (Plante, 2016). Nous utilisons cinq données quantitatives capturées par l'environnement d'apprentissage (les traces), et recueillies par le logiciel pour chaque élève et pour chaque session de jeu :

- Mesure 1 : Le temps requis pour effectuer chaque mission
- Mesure 3 : Le nombre de fois que l'on met le jeu à pause par mission
- Mesure 3 : Le nombre de fois que l'on utilise le bouton **Aide** par mission
- Mesure 4 : L'utilisation du bouton **Vidéo** et **Répéter** avant chaque mission

Les données qualitatives sur le comportement des élèves sont recueillies dans la grille comportementale qui est complétée par les parents après la session de jeu et lors de l'évaluation du jeu effectuée par les élèves avec le directeur du projet.

3.4 L'évaluation

L'évaluation est un élément important dont il faut tenir compte au tout début de la conception d'un JSÉ.

Nous nous sommes inspirés des travaux de Djelil (2016), qui propose un processus d'évaluation dès la conception (évaluation analytique) et lors de la phase expérimentale (évaluation empirique) des JSÉ. Selon Djelil (2016), on doit évaluer le jeu selon trois perspectives :

- facilité d'utilisation du jeu ;
- l'utilité du jeu ;
- l'acceptabilité du jeu.

L'évaluation de la facilité de l'utilisation du jeu correspond aux caractéristiques du public cible, notamment ses préférences et ses intérêts. L'évaluation de l'utilité du jeu correspond à l'impact pédagogique du jeu. Tandis que l'évaluation de l'acceptabilité du jeu, correspond au contexte d'apprentissage et la préservation de la motivation et du plaisir de jouer (Djelil, 2016).

Le modèle d'évaluation proposé par Djelil (2016) est bien adapté à notre projet de recherche. Cependant, nous avons adapté le processus d'évaluation au contexte de l'étude. Entre autres, notre public cible se compose d'enfants âgés de 6 à 8 ans et l'environnement de l'expérimentation (domicile des élèves) requiert des ajustements importants, comme une validation technique des équipements informatiques disponibles et la présence d'un parent ou tuteur avec l'élève.

En plus, nous avons ajouté dans le processus d'évaluation un élément au modèle « *An inclusive model for game design* » de Malinverni *et al.* (2017, p. 538). L'élément ajouté est la contribution de deux enfants âgés de 7 et 8 ans pour identifier les intérêts, les motivations et les préférences du public cible, et pour définir les mécaniques du jeu les mieux adaptées. Concrètement, les deux enfants évaluent chaque mission lors de leur conception et nous donnent leurs avis. Nous effectuons les correctifs avant de les intégrer dans le prototype Alpha du jeu.

Nous avons utilisé pour la conception de l'outil d'évaluation des élèves (Annexe B), les éléments du « *Smileyometer* » (figure 12) et du modèle « *Again-Again table* » (figure 13) (Read, 2008), qui sont particulièrement bien adaptés pour recueillir les commentaires de notre public cible après l'utilisation du JSÉ. La recherche de Barendregt *et al.* (2006) a démontré que l'outil « *Smileyometer* » est efficace pour évaluer le niveau de satisfaction d'enfants âgés de 5 à 7 ans.






Fiche d'évaluation de <small>Code Secret !</small>					
QUESTIONS					
	HORRIBLE	PAS BIEN	BIEN	TRÈS BIEN	SUPER
	1	2	3	4	5
TON OPINION SUR LES PERSONNAGES					
TON OPINION SUR LES IMAGES					
TON OPINION SUR LE SON					
TON OPINION SUR LA MISSION 1					
TON OPINION SUR LA MISSION 2					
TON OPINION SUR LA MISSION 3					
TON OPINION SUR LA MISSION 4					
TON OPINION SUR LA SOURIS ET LE CLAVIER					
TON OPINION SUR LES BOUTONS "AIDE" ET "PAUSE"					
TON OPINION SUR LES CONSIGNES					
TON OPINION SUR LES ÉTOILES					
COMMENTAIRES:					

Figure 12 : Fiche d'évaluation fondée sur le *Smileyometer* de Read (2008)

À QUELLE(S) MISSION(S) AIMÉRAIS-TU REJOUER?				
MISSION		OUI	PEUT-ÊTRE	NON
Mission 1				
Mission 2				
Mission 3				
Mission 4				

Figure 13 : L'outil Again-Again table inspiré de Read (2008)

3.5 Les questions d'éthique

Avant de commencer l'étude, nous avons présenté le devis au comité d'éthique de la recherche (CÉR) de l'Université TÉLUQ pour le faire approuver. Bien entendu, comme cette proposition de mémoire inclut des contacts directs avec des êtres humains, nous devons nous assurer de mettre en place des mesures pour respecter la réglementation sur l'éthique. Nous avons accès à des informations qui sont confidentielles lors de l'examen des documents et lors des entretiens. Pour minimiser les risques que représente l'accès aux données sur la vie privée et la confidentialité, nous mettons en place une série de mesures et règles pour sécuriser les informations notamment ;

- chaque élève qui participe à l'étude doit faire parvenir la lettre de consentement signée de l'un de ses parents ou tuteurs qui confirme légalement qu'il accepte que son enfant participe à l'étude. Nous n'avons sélectionné que les élèves qui nous ont fait parvenir ce document signé ;
- et pour assurer l'anonymat, codifier les identifiants des élèves afin de ne pas dévoiler l'identité en cas de vol d'ordinateur ;
- retirer à la fin de l'analyse des données toute information personnelle de la base de données ;
- toute l'information restera confidentielle et les risques de préjudices sont très faibles.

Nous sommes persuadés que les risques que représente cette recherche sont faibles en comparaison au bénéfice que pourrait procurer un outil efficace pour le support en lecture des enfants. Ce projet a été revu et approuvé par le Comité d'éthique de la recherche avec les êtres humains de l'Université TÉLUQ. Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et des participants.

Dans cette section, nous avons présenté une méthodologie pour la conception d'un outil pédagogique spécialisé dans le transfert de compétences en lecture. Nous nous sommes limités à intégrer un exercice de rééducation par mission et nous avons concentré nos efforts dans l'intégration d'un scénario adapté aux élèves, dans le but d'évaluer sa cohérence.

Chapitre IV – Les résultats

Nous avons recueilli les fiches comportementales des parents, les évaluations des élèves ainsi que les données quantitatives mémorisées par le jeu (les traces), et disposé les données sous forme graphique et de tableaux. Par la suite, nous avons analysé et interprété les informations, et présenté nos recommandations, notamment les scènes et les mécaniques qui devront être modifiées.

4.1 Présentations des résultats

4.1.1 Les données quantitatives

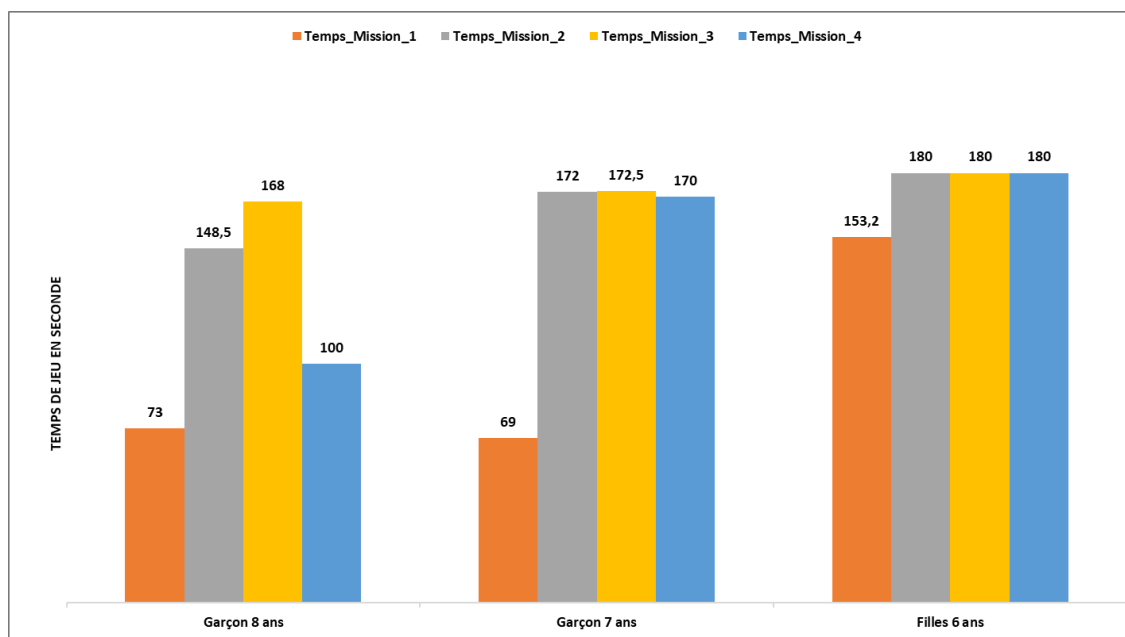


Figure 14 : Moyenne de temps de jeu par mission

Les données quantitatives ont été recueillies par le jeu lors des deux parties effectuées lors de la session de jeu de chaque enfant. Ils incluent le temps de jeu par mission (figure 14), le nombre d'utilisations des touches **Pause** et **Aide** (figure 15), et **Vidéo** et **Répéter** (figure 16).

Le temps maximum alloué par mission est de 180 secondes. Les traces démontrent que seule la mission 1 a été terminée par l'ensemble des joueurs, tandis que la mission 3 démontre qu'elle est la plus difficile à réussir. Les deux garçons de 7 et 8 ans ont terminé toutes les missions, par contre, les deux filles de 6 ans, n'ont jamais terminé les missions 2, 3 et 4.

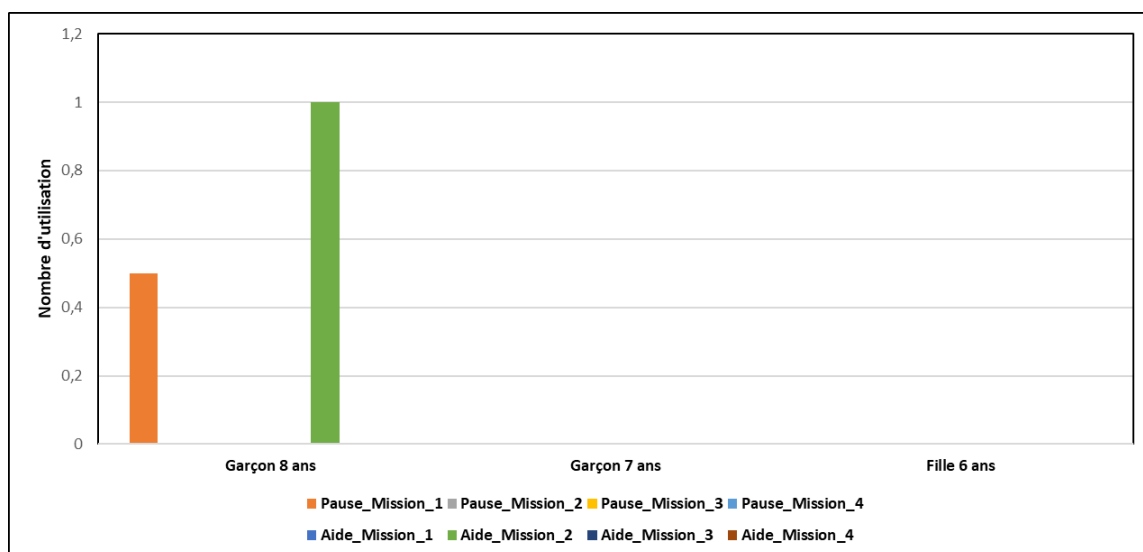


Figure 15 : Nombre d'utilisations moyen des touches Pause et Aide par partie de jeu

Seul le garçon de 8 ans a utilisé la touche **Pause**, lors de la première partie de la mission 1, et lors des deux parties de la mission 2.

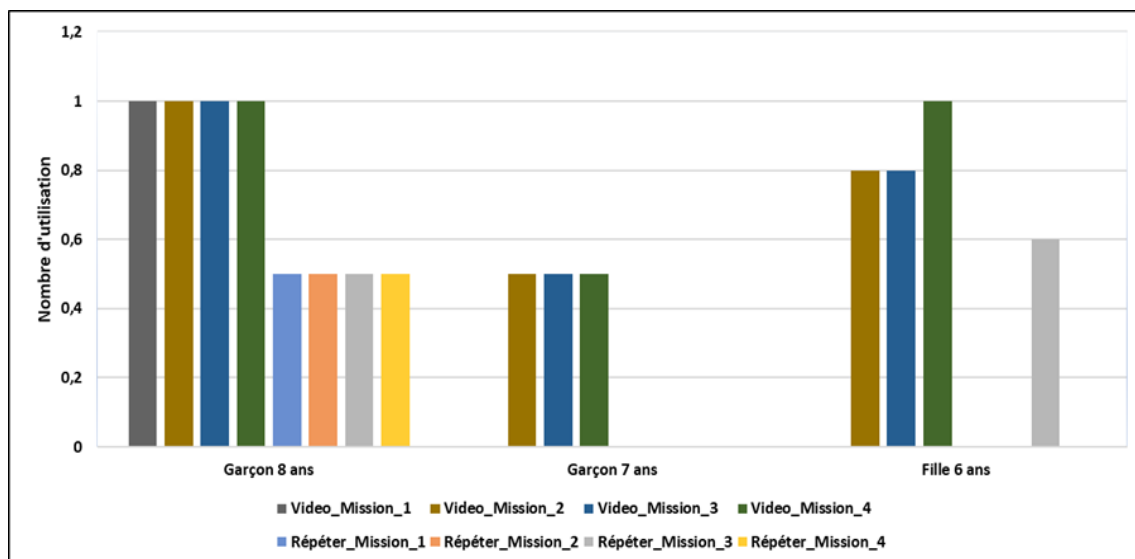


Figure 16 : Nombre d'utilisations moyen des touches Vidéo et Répéter par partie de jeu

Le garçon de 8 ans a visionné les consignes lors des deux parties et pour l'ensemble des missions, en plus lors, de la première partie, il n'a pas hésité à utiliser la touche **Répéter** pour réentendre les consignes. Le garçon de 7 ans, après un résultat insatisfaisant lors de la première partie, a visionné les consignes des missions 2, 3 et 4 durant la deuxième partie. Les filles par contre ont visionné les consignes des missions 2, 3 et 4 lors de la première partie.

4.1.2 Les données qualitatives

Les données qualitatives recueillies sont constituées des résultats du sondage des enfants (tableau 8 et figure 17), des commentaires de la grille comportementale des parents, des commentaires des enfants et finalement des commentaires d'une directrice d'école et d'une enseignante du primaire qui ont évalué le jeu.

QUESTIONS	HORRIBLE	PAS BIEN	BIEN	TRÈS BIEN	SUPER
TON OPINION SUR LES PERSONNAGES	25%		25%	25%	25%
TON OPINION SUR LES IMAGES	25%			25%	50%
TON OPINION SUR LE SON		50%			50%
TON OPINION SUR LA MISSION 1					100%
TON OPINION SUR LA MISSION 2	25%		25%		50%
TON OPINION SUR LA MISSION 3	25%		50%		25%
TON OPINION SUR LA MISSION 4			25%	50%	25%
TON OPINION SUR LA SOURIS ET LE CLAVIER	25%		25%		50%
TON OPINION SUR LES BOUTONS "AIDE" ET "PAUSE"			25%		75%
TON OPINION SUR LES CONSIGNES	25%			25%	50%
TON OPINION SUR LES ÉTOILES	25%		25%	25%	25%

Tableau 8 : Résultats du sondage des enfants

Les résultats du sondage des enfants confirment les données des traces. Notamment, que la mission 2 et 3 méritent une attention particulière, puisqu'elles sont trop difficiles pour le public cible. Quelques aspects du jeu ont déçu aux enfants, entre autres, la qualité du son, la manipulation du clavier et de la souris, les personnages et le concept d'étoiles. Cependant, les enfants se sont dits satisfaits des touches **Aide** et **Pause** mais ne les ont pas utilisées.

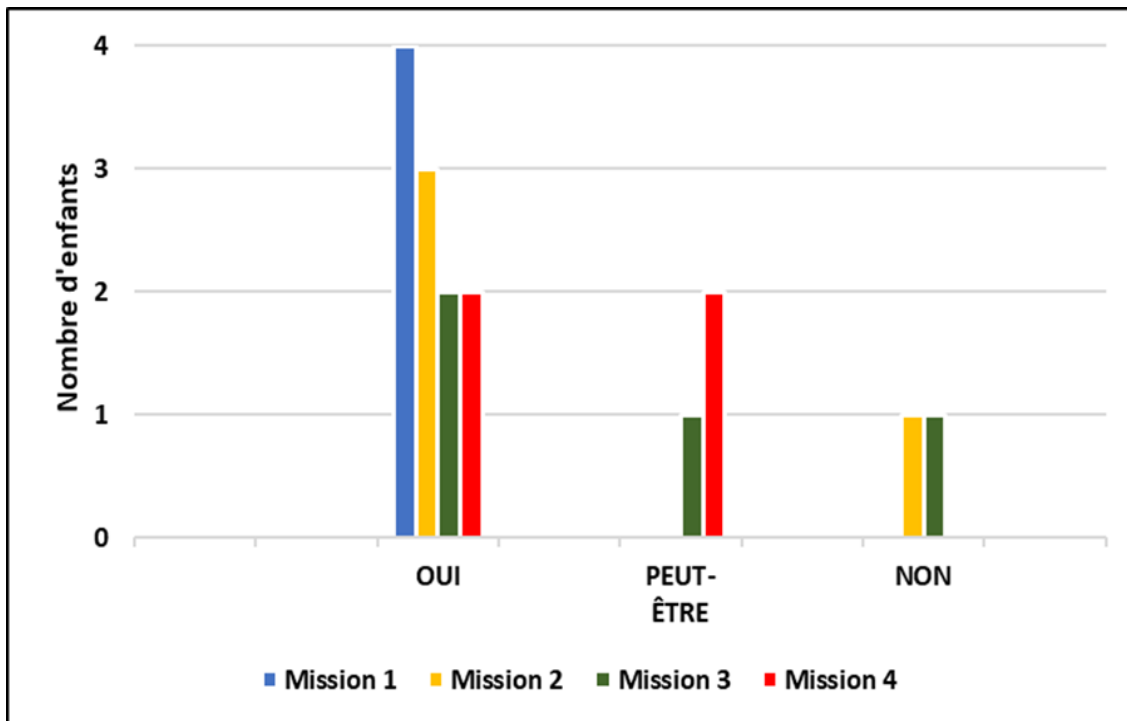


Figure 17 : Nombre d'enfants qui veut rejouer une mission

Trois des quatre enfants ont confirmé qu'ils ont aimé le jeu et souhaiteraient recommencer le jeu. La mission 1 est la plus facile du point de vue ergonomique et elle demeure la plus populaire, suivie des missions 2 et 4. La mission 3 mérite une attention particulière, elle semble mal adaptée au public cible, du moins dans sa forme actuelle.

Les commentaires

Nous avons capturé à travers les grilles de comportements, et des sondages effectués, les commentaires des parents, des enfants et des professionnels. Les données qualitatives recueillies lors de l'expérimentation permettent une meilleure interprétation des données quantitatives capturées par le jeu.

Les commentaires des quatre parents

- Difficulté avec la navigation durant la première partie.
- Moins de difficulté à partir de la deuxième partie, mais il y en a encore.
- Frustrée de ne pas pouvoir compléter.
- Motiver et concentrer durant les parties.
- Beaucoup de difficultés avec les touches directionnelles, la navigation est trop difficile.
- Agressif quand il ou elle perd.
- L'enfant a compris les consignes.
- L'enfant a reconnu tous les lettres et mots qu'elle devait identifier.
- Les contrôles directionnels sont très difficiles à maîtriser pour les enfants.

Les commentaires des quatre enfants

- Ce que j'ai moins aimé : difficile de bouger dans certains jeux, les voitures vont trop vite.
- Ce que j'ai aimé le plus : Pantoufle et le jeu des boules (mission 1).
- La mission quatre les voitures vont trop vite et je n'ai pas le temps de traverser la rue.
- La mission trois est trop difficile, mais j'aime retrouver Pantoufle (mission 4).

Les commentaires de l'enseignante et de la directrice du primaire

- Navigation ardue pour les plus jeunes enfants (missions 2 et 3), il faut faciliter le jeu.
- Grossir les caractères des lettres dans la mission 2 et 4.
- Il serait intéressant que le jeu soit offert pour les tablettes.

- Jeu intéressant, conçu sans violence et stéréotype.
- Nous voulons l'évaluer dans notre école.
- Le temps de jeu doit demeurer dans une fourchette de 15 à 20 minutes.

L'ensemble des données qualitatives et quantitatives recueillies sont présentées dans cette section pour faciliter leur analyse et leur interprétation et pour nous assurer d'effectuer les modifications nécessaires avant de poursuivre le projet, notamment les scènes et les mécaniques de jeu qui devront être corrigées.

Chapitre V – Discussion et limites

Nous avons analysé le sommaire des sondages des parents, les évaluations des élèves ainsi que les données quantitatives mémorisées par le jeu (les traces) dans le but de répondre à la question de recherche suivante : *l'intégration de la dimension sérieuse dans le scénario du prototype Alpha du jeu sérieux éducatif Code secret est-elle cohérente selon un groupe test d'utilisateurs ?*

Nous terminons avec nos recommandations et en indiquant les limites de l'étude.

5.1 Interprétations des résultats

L'objectif de l'expérimentation était de répondre à la question de recherche et d'atteindre les objectifs qui ont été établis au début de l'étude. Toutefois, il est important de souligner que l'évaluation du jeu dans le projet de recherche au mémoire n'avait pas pour mission de valider l'efficacité scientifique du jeu sur le transfert de compétences en lecture des enfants dyslexiques, mais plutôt d'en valider l'expérience utilisateur.

Les objectifs de l'étude à atteindre étaient de ;

- créer le prototype Alpha du jeu Code secret ;
- d'évaluer la cohérence et l'intégration des dimensions sérieuse et ludique dans le scénario ;
- d'évaluer la jouabilité et l'ergonomie du jeu créé.

Nous avons réussi à atteindre le premier objectif, soit de créer le prototype Alpha du jeu Code secret. Nous l'avons hébergé sur un serveur Web sécurisé. L'expérience utilisateur par des élèves non dyslexiques a permis de répondre à la question et de

mesurer la cohérence de l'intégration de la dimension sérieuse avec la dimension ludique dans le scénario, notamment le sentiment d'immersion, le plaisir de jouer et la motivation. Cependant, le nombre de participants (quatre) est limité et ne nous permet pas de généraliser les résultats.

5.1.1 L'analyse

L'analyse des données nous confirme que le jeu est apprécié par une majorité d'enfants. Trois des quatre enfants ont aimé jouer avec le jeu, et accepteraient de jouer de nouveau.

Le temps maximum alloué par mission est de 180 secondes. Les traces démontrent que seule la mission 1 a été terminée par l'ensemble des joueurs, tandis que les résultats de la mission 3 démontrent qu'elle est la plus difficile à réussir. Les garçons de 7 et 8 ans ont terminé toutes les missions. Par contre, les filles de 6 ans n'ont pas terminé les missions 2, 3 et 4. Selon les commentaires des parents et des enfants, l'ergonomie du prototype du jeu ne semble pas être adaptée à tous les enfants, notamment aux enfants plus jeunes.

Cependant, plusieurs facteurs ont potentiellement influencé les résultats de cette recherche (figure 18). Ces facteurs sont difficiles, voire impossibles à contrôler lors d'une évaluation en ligne. En plus, il est compliqué d'interpréter certains résultats, notamment les résultats des filles de 6 ans, qui n'ont pas terminé les missions 2, 3 et 4. Est-ce l'âge de l'enfant, le genre ou simplement le niveau d'habileté motrice ? Pourquoi les touches **Pause** et **Aide** ont été si peu utilisées ? Est-ce par manque d'information ou les enfants ont-ils oublié ces options pendant qu'ils « jouaient » ?

5.1.2 *Recommandations*

À la suite de ce mémoire de maîtrise, le JSÉ Code secret demeure hébergé sur un serveur Web sécurisé de la Société pour l'apprentissage à vie [SAVIE]. Il sera accessible en ligne avec un lien Internet HTTPS jusqu'à la fin mai 2018, pour fin d'évaluation en milieu scolaire. Nous recommandons d'évaluer le JSÉ en milieu scolaire avec deux classes du primaire, environ 40 élèves, dans la salle d'informatique de l'école. La directrice et deux enseignantes d'une école primaire de la région de Montréal ont accepté de faire évaluer le prototype du jeu par leurs élèves. La demande d'autorisation pour le projet de recherche sera évaluée à la prochaine rencontre du comité d'analyse des projets de recherche de la Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys, le 21 mars 2018. Cette prochaine itération de test-utilisateur fera partie de la deuxième phase d'un projet au doctorat.

Cependant avant d'effectuer l'évaluation en milieu scolaire nous proposons de modifier certaines caractéristiques du jeu, notamment ;

- Ajuster les missions 2, 3 et 4. La navigation sera moins rapide et plus accessible ;
- Augmenter la grosseur de caractère des mots dans la scène 2.

D'autres améliorations qui requièrent des modifications plus importantes seront effectuées lors de la deuxième phase du projet (études doctorales), entre autres ;

- L'amélioration de l'interaction des personnages et la qualité du son ;
- L'optimisation des composantes des scènes avec des scripts adaptés pour améliorer la jouabilité et l'immersion ;

- Offrir le jeu sur une plateforme de type tablette (Apple et Android).

5.2 Les limites de l'étude

L'étude ne permet pas de généraliser les résultats obtenus à cause du nombre restreint de participants qui est relativement modeste (seulement quatre enfants). En plus, l'expérimentation a été effectuée en une seule session de jeu. Cependant, l'objectif de cette évaluation en ligne n'est pas de généraliser les résultats, mais plutôt de nous indiquer les failles de conception du prototype du jeu qui ont un impact négatif sur la cohérence du scénario et la jouabilité.

Les facteurs qui influencent les résultats de l'étude sont nombreux (figure 18), et ont une incidence importante sur la jouabilité du jeu. Notamment, la vitesse de la bande passante, la performance du processeur de l'ordinateur, la carte graphique et la grandeur de l'écran peuvent influencer grandement les caractéristiques du jeu. En plus, l'environnement de jeu peut réduire le sentiment d'immersion, notamment si l'enfant utilise des écouteurs, les bruits ambiants et les dérangements habituels, etc.

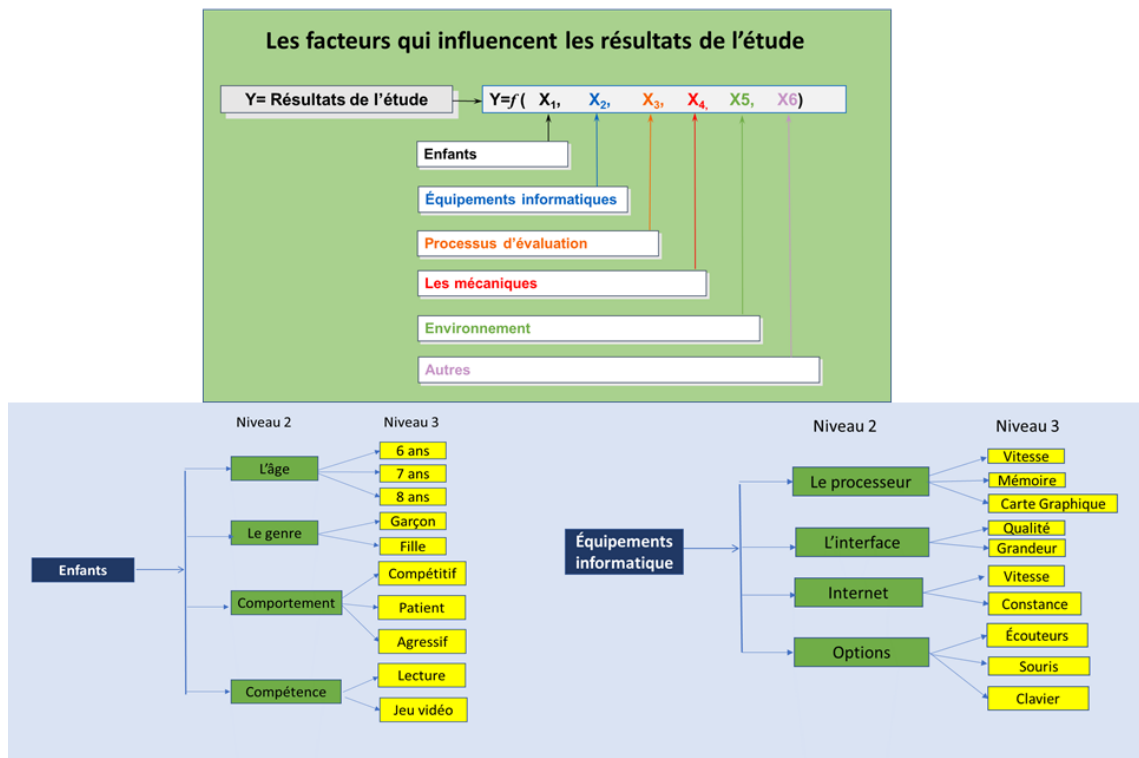


Figure 18 : Les facteurs qui influencent les résultats de l'étude

L'analyse des résultats nous permet de croire que la méthodologie est efficace, cependant nous estimons que l'expérimentation dans un environnement contrôlé, notamment en milieu scolaire, améliorera sensiblement la qualité de cette étude, puisque plusieurs des facteurs qui influencent la variabilité des données seront minimisés. Ces facteurs sont de l'ordre de l'environnement de jeu, des équipements informatiques avec une configuration unique, et de la possibilité d'avoir un nombre de participants plus important, ce qui améliorera la qualité des résultats.

Conclusion

La présente recherche avait pour but de créer une méthode expérimentale de conception de jeu sérieux pour l'apprentissage de la lecture des enfants francophones âgés de 6 à 8 ans qui présentent des symptômes de dyslexie, et de valider sa pertinence et son efficacité.

Cependant, vu l'envergure du projet, nous avons décidé de réaliser le projet en deux phases. La première phase avait comme objectifs de concevoir le prototype Alpha du JSÉ, et d'évaluer la cohérence du scénario, la jouabilité et l'ergonomie du jeu avec des sujets sans difficulté d'apprentissage.

À la suite de l'évaluation, les correctifs nécessaires seront complétés avant d'entreprendre la deuxième phase du projet qui sera plus soutenu.

La démarche mise en œuvre pour l'atteinte du but fut de bâtir une méthode de conception selon les fondements des domaines de connaissances du jeu sérieux et de l'apprentissage de la lecture pour les enfants. Ensuite, d'entreprendre la conception du prototype du jeu en utilisant le moteur de jeu *Unity 3D* et finalement d'évaluer le jeu avec un nombre restreint d'enfants.

La revue de littérature nous a permis de faire le point sur les connaissances actuelles dans le domaine de la dyslexie et du jeu sérieux. Notamment, les symptômes associés à la dyslexie développementale et les méthodes d'enseignements explicites et de rééducation de la lecture qui permettraient de réduire la population de mauvais lecteur, ainsi que les méthodes de conceptions de jeux sérieux dans un contexte éducatif.

Le cadre conceptuel utilisé pour la conception du prototype tient compte de l'interdisciplinarité du projet, c'est-à-dire de l'intégration des domaines des jeux sérieux et des troubles de la lecture. Il met en évidence la position constructiviste en tenant compte des théories cognitiviste, behavioriste et motivationnelle qui sont pertinentes à l'amélioration des compétences en lecture.

La méthode de conception que nous proposons est inspirée des méthodes et modèles, MISA (LICEF TÉLUQ), LM-GM (Arnab *et al.*, 2013), SGM's (Lim *et al.*, 2016) et d'évaluation analytique et empirique du jeu (Djelil, 2016).

Les objectifs généraux du programme sont atteints. Nous avons produit le prototype Alpha du jeu, et nous l'avons évalué. De plus, le jeu a été bien reçu par la majorité des enfants et des experts qui l'ont évalué. L'expérimentation aura permis d'identifier quelques modifications nécessaires à apporter au jeu pour la bonne marche future du projet.

Nous avons dû résoudre plusieurs problèmes pour compléter le mémoire, reliés principalement aux ressources limitées dont nous disposions. La conception et l'intégration d'un JSÉ sont des tâches complexes qui demandent une planification sérieuse. Il serait illusoire de travailler seul et de croire réussir un tel projet sans la collaboration et l'acceptation de toutes les parties prenantes. L'apport d'expert des domaines de la didactique, du jeu sérieux, de l'orthophonie, de l'enseignement et de la programmation a été essentiel à la réussite de cette étude.

Avant de commencer un tel projet, nous recommandons qu'un plan de communication bien orchestré soit établi, et de s'assurer l'apport d'experts dans les domaines de connaissances du jeu sérieux, de la didactique, et de la programmation orientée-objet.

En plus, une compréhension de la problématique et de la situation actuelle du public cible, la conception d'un scénario pédagogique qui tient compte des théories et des ontologies des domaines et une interface utilisateur adaptée aux publics cibles sont des critères essentiels à la bonne marche d'un projet de recherche en technologie éducative.

Lors de la prochaine phase, la conception des défis devra être modélisée selon les connaissances pédagogiques en lecture, notamment la rééducation phonologique et l'association image/mot pour améliorer la mémorisation. Les défis devront être conçus progressivement par étape, et être réalisables et adaptés au niveau des élèves.

En terminant, le mémoire a offert un espace de discussion sur la problématique reliée au manque de ressources en milieu scolaire pour le support des élèves qui présentent des difficultés d'apprentissage. Par la suite, nous nous sommes intéressées aux outils informatiques qui peuvent être créés dans le but d'aider le monde de l'enseignement à améliorer sensiblement les chances des enfants qui souffrent de difficultés d'apprentissage, notamment les JSÉ qui sont de plus en plus présents.

Les résultats de l'évaluation du prototype du JSÉ sont prometteurs, toutefois, nous sommes d'avis que nous devons continuer à effectuer des recherches sur le jeu sérieux pédagogique avant de l'intégrer comme outil formel d'apprentissage et ainsi comprendre les impacts possibles à court et long terme sur les enfants et minimiser les risques qui seront identifiés. Assurons-nous de ne pas créer d'autres problèmes tout en continuant d'étudier et d'encadrer cette pratique prometteuse.

Annexe A

Invitation à participer et formulaire de consentement pour le projet de recherche Code

Secret

**Création et évaluation d'un prototype de jeu sérieux pour l'apprentissage
de la lecture des enfants francophones du primaire présentant des
symptômes associés à la dyslexie**

Nous sollicitons votre participation aux travaux de François Lewis, étudiant à l'Université TÉLUQ. Les chercheurs de cette étude déclarent ne pas être en conflit d'intérêts. Les résultats de ce projet ne visent pas des fins commerciales.

Chercheur responsable de l'étude : François Lewis, 514-241-9026 ;

lewis.francois@univ.teluq.ca

Directeur : Patrick Plante, Ph.D., 418-657-2747 poste 5110 ; patrick.plante@teluq.ca

Codirectrice : Isabelle Carignan, Ph.D., 514-843-2015, poste 2006 ;

isabelle.carignan@teluq.ca

Madame,

Monsieur,

Nous invitons votre enfant et vous-même à participer à la recherche en titre.

Plusieurs recherches ont démontré les avantages du jeu vidéo en milieu éducatif, entre autres sur l'amélioration de la concentration et de la motivation des élèves.

Ce projet a pour mission de concevoir un prototype de jeu sérieux éducatif (JSÉ) spécialisé pour l'apprentissage de la lecture des enfants francophones du primaire âgés de 6 à 8 ans.

L'objectif de ce projet de recherche est de valider la cohérence du scénario en intégrant deux dimensions : la dimension ludique et la dimension sérieuse. Trois critères seront spécifiquement analysés, à savoir :

- 1) la facilité d'utilisation du jeu ;
- 2) l'utilité du jeu ;
- 3) l'acceptabilité du jeu.

Votre rôle et celui de votre enfant dans la participation dans cette recherche

La première rencontre de formation avec le chercheur (environ 30 minutes) servira à inscrire votre enfant sur le site du jeu (2-3 minutes) et de lui faire suivre une séance de jeu en ligne via Skype (environ 20 minutes). Une période de questions et réponses suivra. L'expérimentation se fait à la maison avec un ordinateur, sous la supervision du parent.

Le rôle de votre enfant consiste à participer au jeu qui se déroule en ligne via Skype, avec le chercheur du projet de recherche et de répondre au questionnaire par rapport au jeu. Votre rôle est d'être à ses côtés et de répondre également à un court questionnaire en ligne.

Ensuite, votre enfant sera appelé à jouer un minimum de deux parties de suite du jeu *Code SecretSecret* (entre 10 et 20 minutes par partie). Le jeu est disponible en ligne à l'adresse suivante : <https://www.jeuxserieux.ca/Jeux/CodeSecret/>

Les enfants effectuent une session de jeu, un minimum de deux parties de suite sans aide, accompagné d'un parent.

Après la session de jeu, chaque enfant sera invité à remplir individuellement, avec l'aide du chercheur disponible sur Skype, un questionnaire en ligne au sujet du design et de la convivialité du jeu (environ 15 minutes).

Enfin, vous serez invité comme parent à remplir un court questionnaire en ligne au sujet de l'attitude et du comportement de votre enfant lors de la session de jeu (environ 10 minutes) tout de suite après la séance de jeu.

Nous portons enfin à votre attention que, pour chaque partie jouée, des traces enregistrées par le jeu seront également analysées pour les fins de la recherche : les traces de la navigation dans le jeu, la durée de chaque mission, le nombre d'étoiles obtenues et leurs couleurs, les résultats aux exercices de jeu et l'utilisation des touches Pause et Aide.

Les données seront collectées entre octobre 2017 et décembre 2017.

Exigence technique pour participer à la recherche

Vous devez posséder un ordinateur récent, équipé d'un processeur de 2,2 GHz et plus, un écran, une souris, un clavier et des haut-parleurs ou des écouteurs. L'ordinateur doit utiliser une version récente du système d'exploitation 64 bits, une connexion Internet haute vitesse et une version du navigateur Google Chrome ou Firefox à jour (version 64 bits) afin de maximiser la compatibilité avec les standards WebGL et HTML5. Pour valider votre installation, n'hésitez pas à communiquer avec le chercheur de projet.

Engagements et mesures visant à assurer la confidentialité des données

Nous vous assurons que toutes les informations recueillies seront traitées confidentiellement. Ainsi, toutes les personnes pouvant avoir accès à cette information, c'est-à-dire les chercheurs, le technicien informatique et les auxiliaires de recherche qui auront analysé les questionnaires, ont signé un engagement de confidentialité.

Est-il obligatoire de participer ?

Non. La participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Votre enfant et vous-même êtes totalement **libres de participer ou non à cette étude**. Vous êtes également libres d'accepter ou non que votre enfant et vous-même participiez sans avoir à motiver votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. Votre enfant et vous-même pourrez vous retirer de l'étude en tout temps.

Y a-t-il des risques, inconvénients ou bénéfices ?

Le chercheur considère que les risques possibles sont minimaux, voire absents. La contribution à l'avancement des connaissances sur les avantages des jeux sérieux éducatifs pour l'apprentissage de la lecture est le principal bénéfice. Chaque enfant ayant terminé le projet recevra un certificat de participation et sera admissible au tirage d'un (1) abonnement d'un an à la revue ***Youpi, j'ai compris !***, disponible chez Bayard Jeunesse Canada.

Que faire si j'ai des questions concernant le projet ?

Si vous avez des questions concernant ce projet de recherche, n'hésitez pas à communiquer avec moi aux coordonnées indiquées ci-dessous.

Je vous remercie à l'avance de votre participation !

11 septembre 2017

François Lewis, PMP

Chercheur responsable du projet de recherche

Université TÉLUQ

Montréal, Québec

514-241-9026 (cellulaire)

lewis.francois@univ.teluq.ca

J'ai compris les conditions, les risques et les bienfaits de la participation de mon enfant et de moi-même. J'ai obtenu des réponses aux questions que je me posais au sujet de ce projet. J'accepte librement que mon enfant et moi-même participions à ce projet de recherche. Mon enfant et moi avons discuté du projet de recherche et de notre participation. Je me suis assuré de sa compréhension et de son accord à participer. Je comprends toutefois que mon enfant et moi-même demeurons libres de nous retirer de la recherche en tout temps et sans préjudice.

☐ Moi, l'enfant, j'ai envie de participer au projet *Code secret*

☐ Moi, comme parent ou tuteur, j'accepte de participer au projet de recherche

Code secret

Signature des personnes participantes et du chercheur

Ayant lu et compris le texte ci-dessus et ayant eu la possibilité de recevoir des détails complémentaires sur l'étude, nous consentons à participer à cette recherche.

Prénom et nom de l'enfant

Signature de l'enfant

Prénom et nom du parent ou du tuteur

Signature du parent ou du tuteur

Date

Numéro de téléphone

Courriel

Engagement du chercheur à respecter les conditions mentionnées ci-dessus.

Prénom et nom de la chercheure

François Lewis

Signature de la chercheure

Date

11 septembre 2017

S.V.P., veuillez signer les deux copies.

**Conservez une copie et faites parvenir l'autre par courriel au responsable du
projet.**

lewis.francois@univ.teluq.ca

Ce projet a été revu et approuvé par le Comité d'éthique de la recherche avec les êtres humains de l'Université TÉLUQ. Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et des participants. Pour toute question relative à l'éthique de la recherche, vous pouvez contacter Annie Lachance au 1 800 665-4333, poste 5257, ou écrire à cereh@teluq.ca.

Annexe B

Fiche d'évaluation de <small>Code Secret !</small>					
QUESTIONS					
	HORRIBLE	PAS BIEN	BIEN	TRÈS BIEN	SUPER
	1	2	3	4	5
TON OPINION SUR LES PERSONNAGES					
TON OPINION SUR LES IMAGES					
TON OPINION SUR LE SON					
TON OPINION SUR LA MISSION 1					
TON OPINION SUR LA MISSION 2					
TON OPINION SUR LA MISSION 3					
TON OPINION SUR LA MISSION 4					
TON OPINION SUR LA SOURIS ET LE CLAVIER					
TON OPINION SUR LES BOUTONS "AIDE" ET "PAUSE"					
TON OPINION SUR LES CONSIGNES					
TON OPINION SUR LES ÉTOILES					
COMMENTAIRES:					

À QUELLE(S) MISSION(S) AIMERAIS-TU REJOUER?			
MISSION	OUI	PEUT-ÊTRE	NON
Mission 1 			
Mission 2 			
Mission 3 			
Mission 4 			

[illegible]

Annexe D

Propriété des activités de l'UA : (A) niveau de difficulté faible										
Activité	Ouvrir une session de jeu	Choisir son Avatar et commencer la session	Scène principale et consignes :	Mission 1 :	Mission 2 :	Mission 3 :	Mission 4 :	Rétroaction	Communication et support	Offrir de l'assistance
			Jouer pour gagner les étoiles de couleur or, selon les règles	Effectuer les exercices pour la conscience phonémique	Effectuer les exercices par repérage de partie connue	Effectuer les exercices par repérage de partie connue	Effectuer les exercices d'identification par analogie			
Destinataires	Tous les élèves	Tous les élèves	Tous les élèves	Tous les élèves	Tous les élèves	Tous les élèves	Tous les élèves	Logiciel	Tous les élèves et le logiciel	Logiciel
Mission	Toutes	Toutes	Toutes	1	2	3	4	Toutes	Toutes	Toutes
Description	Entrer son nom de code (identifiant personnel).	Choisir un des deux avatars disponibles.	Faire suivre le parcours du jeu à son avatar et se concentrer sur le jeu. Écouter et lire les consignes avant d'effectuer les missions.	Identifier les graphèmes qui correspondent aux phonèmes entendus et associer l'ensemble des lettres à un mot.	L'identification par repérage de partie connue correspond à segmenter les mots pour en trouver de plus petits.	L'identification par repérage de partie connue correspond à segmenter les mots pour en trouver de plus petits.	L'identification par analogie est la reconnaissance des rimes dans les mots qui finissent avec le même phonème.	Affichage d'une partie du message. La rétroaction est adaptée au temps de jeu de l'élève et utilise que le renforcement positif. Affichage des étoiles. Félicitation à la fin de chaque mission et à la fin de la partie.	L'élève peut à tout moment utiliser la touche Échapp pour mettre le jeu à pause sans pénalité. L'élève peut réécouter les consignes avant d'effectuer les missions en utilisant le bouton Répéter sans pénalité.	Après deux minutes, le bouton Aide s'affiche. Le joueur peut demander de l'aide. En cliquant sur le bouton Aide , les mauvaises réponses disparaissent, ce qui permet au joueur de compléter la mission.
Défi			Terminer la mission dans les deux premières minutes de jeu pour gagner une étoile de couleur or. Entre deux et trois minutes, il gagne une étoile de couleur argent, cependant, si l'élève utilise la touche Aide, il n'est pas pénalisé, il gagnera une étoile de couleur argent. À la troisième minute, la scène change automatiquement, il revient dans la scène principale et gagne une étoile bronze.	Le défi réside dans la reconnaissance du graphème qui correspond au phonème entendu et dans la manipulation du clavier. La sphère n'est pas facile à bouger avec les touches directionnelles du clavier et les cubes sont en mouvement constant.	Le défi réside dans la reconnaissance des mots qui commencent avec les lettres (P_I_N) et dans l'approche de l'élève, les nuages sont en mouvement constant et l'élève doit orienter le faisceau du laser rapidement et avec précision.	Le défi réside dans la reconnaissance du mot (CRU) dans le nom des plateformes et dans la manipulation du clavier. Il faut appuyer sur plusieurs touches en même temps pour avancer et sauter d'une plateforme à l'autre. Les plateformes sont distancées entre elles et se situent dans le vide.	Le défi est de reconnaître le nom des rues qui riment avec le phonème (mi), s'il prend une mauvaise direction, il perdra du temps, en plus, il faut rester prudent, car s'il est heurté par un véhicule dans la circulation, il sera ramené à son point de départ par ambulance.			
Type	Exécution	Motivation	Motivation/interaction/compréhension	Exécution/motivation/persévérance	Exécution/motivation/persévérance	Exécution/motivation/persévérance	Exécution/motivation/persévérance	Motivation	Interaction, support, Métacognition	Métacognition, compréhension

Durée par session	0,25 minute	0,25 minute	entre 4 et 8 minutes	entre 2 et 3 minutes	entre 2 et 3 minutes	entre 2 et 3 minutes	entre 2 et 3 minutes	Variable	Variable	Variable
Évaluation sommative			L'utilisation des scènes pour les consignes	Nombre de secondes pour compléter la mission et nombre d'erreurs.	Nombre de secondes pour compléter la mission et nombre d'erreurs.	Nombre de secondes pour compléter la mission et nombre d'erreurs.	Nombre de secondes pour compléter la mission et nombre d'erreurs.		Nombre de fois qu'on utilise la touche Échapp et le bouton Répéter par mission.	Nombre de fois qu'on utilise la touche Aide par mission.
% de la note	0%	0%	5%	20%	25%	25%	25%	0%	0%	0%
Ressources entrantes	L'interface accueil du jeu « CodeSecret »	Les deux images d'avatars.	Le JSÉ « CodeSecret » l'ordinateur et les interfaces.	Les objets du jeu, narration, mots, images et sons.	Les objets du jeu, narration, mots, images et sons.	Les objets du jeu, narration, mots, images et sons.	Les objets du jeu, narration, mots, images et sons.	Les quatre étoiles. La minuterie et le nombre de réussites.	Touche Échapp et bouton Répéter les scènes de consignes avant de commencer les missions.	Affichage des bonnes réponses.
Ressources produites	Accès au jeu. Capture d'informations personnalisées pour chaque élève (les traces).	Le choix de l'avatar pour la session de jeu	Motivation intrinsèque. Améliorer la concentration et la vitesse de réaction. Consigne avant de commencer la mission suivante.	Les bonnes réponses et une partie du message s'affichent. Rétroaction	Les bonnes réponses et une partie du message s'affichent. Rétroaction	Les bonnes réponses et une partie du message s'affichent. Rétroaction	Les bonnes réponses et une partie du message s'affichent. Rétroaction. Fin de la partie.	Le message du clown s'affiche graduellement. Indication des étoiles gagnées et leur couleur. Félicitation verbale.	Reprise des consignes. Le jeu est en pause.	Les mauvaises réponses disparaissent.
Consignes de démarche	Aller sur la page Web du jeu, entrer le nom de code dans l'onglet vert dans l'espace prévu, finalement faite un clic sur la touche bleue Jouer.	À la page départ, il faut choisir l'un des deux avatars disponibles.	Utiliser les différentes interfaces du jeu (Souris, écran, clavier et écouteurs), pour faire avancer son avatar dans le bureau du directeur. Lire et écouter les consignes avant chaque mission. Faites un clic avec la souris sur le bouton Répéter ou sur le bouton Accepter la mission pour commencer la mission.	Utiliser les différentes interfaces du jeu (Souris, écran, clavier et écouteurs), pour effectuer la mission. Réaliser les exercices qui améliorent la conscience phonémique. Écouter la rétroaction, voir la couleur de l'étoile gagner. Suivre les consignes de démarche de la scène principale.	Utiliser les différentes interfaces du jeu (Souris, écran, clavier et écouteurs), pour effectuer la mission. Réaliser les exercices qui améliorent la conscience phonémique. Écouter la rétroaction, voir la couleur de l'étoile gagner. Suivre les consignes de démarche de la scène principale.	Utiliser les différentes interfaces du jeu (Souris, écran, clavier et écouteurs), pour effectuer la mission. Réaliser les exercices qui améliorent la conscience phonémique. Écouter la rétroaction, voir la couleur de l'étoile gagner. Suivre les consignes de démarche de la scène principale.	Utiliser les différentes interfaces du jeu (Souris, écran, clavier et écouteurs), pour effectuer la mission. Réaliser les exercices qui améliorent la conscience phonémique. Écouter la rétroaction, voir la couleur de l'étoile gagner. Suivre les consignes de démarche de la scène principale. Lire le message qui s'affiche.		Un clic avec la souris de nouveau sur la touche Échapp fait recommencer le parcours.	Un Clic avec la souris de nouveau sur la touche Échapp fait recommencer le parcours.

Consignes d'évaluation			La rétroaction est immédiate, l'élève voit sur l'écran le nombre d'étoiles, leur couleur et le temps de jeu. (Le nombre d'erreurs n'est pas indiqué)	Chaque bonne réponse est reconnue immédiatement. Selon la mission les objets disparaissent, changent de couleur, etc.	Chaque bonne réponse est reconnue immédiatement. Selon la mission les objets disparaissent, changent de couleur, etc.	Chaque bonne réponse est reconnue immédiatement. Selon la mission les objets disparaissent, changent de couleur, etc.	Chaque bonne réponse est reconnue immédiatement. Selon la mission les objets disparaissent, changent de couleur, etc.	Toutes les traces (données) sont gardées en mémoire et l'analyse est effectuée après l'expérimentation.	Toutes les traces (données) sont gardées en mémoire et l'analyse est effectuée après l'expérimentation.	Toutes les traces (données) sont gardées en mémoire et l'analyse est effectuée après l'expérimentation.
Consignes d'adaptation		L'élève choisit son avatar préféré.	L'élève peut faire répéter la consigne avec la touche Répéter .	L'élève peut utiliser la touche Échapp , pour prendre un temps de réflexion sans pénalité.	L'élève peut utiliser la touche Échapp , pour prendre un temps de réflexion sans pénalité.	L'élève peut utiliser la touche Échapp , pour prendre un temps de réflexion sans pénalité.	L'élève peut utiliser la touche Échapp , pour prendre un temps de réflexion sans pénalité.		L'élève peut utiliser la touche Échapp , pour prendre un temps de réflexion sans pénalité. L'élève peut faire répéter la consigne avec la touche Répéter.	L'élève peut utiliser la touche Aide , pour compléter le parcours de chaque mission.
Commentaires de médiatisation	Conserver les identifiants en mémoire pour chaque élève.	Le choix des avatars correspond aux préférences des élèves.	L'univers du JSÉ « CodeSecret » est fantaisiste et irréel. Le scénario est adapté aux préférences du public cible.	Les missions sont adaptées aux capacités motrices du public cible. Les exercices sont fondés sur les recommandations du MELS pour les élèves du premier cycle du primaire et sur les travaux de Myre-Bisaillon, 2009). Caractères plus lisibles Comic Sans MS, de couleur bleu foncé sur fond beige. Soyez assuré que nous avons adapté le jeu pour satisfaire aux normes éthiques actuelles. Le jeu ne présente aucun contenu violent, raciste et évite, dans la mesure du possible, les stéréotypes.				La rétroaction est adaptée au temps de jeu de l'élève et utilise que le renforcement positif.	Toutes les touches (Aide , Répéter , Accepter la mission Terminer) sont situées aux mêmes endroits sur les multiples écrans que compose le JSÉ.	

Annexe E

Collecte de données qualitatives et quantitatives		
Questions	Réponses	Réponses
Pouvez-vous m'expliquer le processus que vous suivez lorsque vous voulez faire évaluer un élève, qui a des difficultés en lecture et écriture?	L'enseignant avise la direction qu'il a identifié un élève en difficulté, il est ensuite évalué par un orthopédagogue. Si l'orthopédagogue le juge nécessaire, il peut demander une évaluation par un psychologue et une orthophoniste.	Certaines commissions scolaires demandent que l'élève soit évalué par un orthophoniste, d'autres par un groupe de professionnels (orthophoniste, orthopédagogue, psychologue). Le MELS demande l'avis d'un orthophoniste, il y a un manque de cohésion entre les différentes instances (Lacoursière, 2010).
Comment est diagnostiqué un enfant dyslexique? Et en moyenne à quel âge?	Différents tests (BELEC et Forme noire) oraux et écrits. Entre la deuxième et la quatrième année, rarement avant la troisième année (8-10 ans).	
Quelle méthode d'apprentissage de la lecture est utilisée? La méthode globale (BA/B-A) et/ou la méthode syllabique (B-A/BA), autre? Dans	Les deux méthodes d'apprentissage de la lecture sont utilisées, selon les enseignants et les commissions scolaires	
Combien de temps l'enfant doit-il attendre avant d'avoir accès à du support? La raison principale de l'attente?	Le temps d'attente se situe entre 18 et 24 mois. Cette attente est due au processus du diagnostic et au manque de ressources professionnelles.	Le manque de ressources est la principale raison du retard. On estime que les établissements scolaires attendent que l'enfant soit en retard de 24 mois dans son parcours scolaire avant de lui offrir du support. Il y a souvent qu'un nombre limité d'orthophonistes disponibles par commission scolaire. Le manque de connaissances de la dyslexie minimise les efforts que l'élève doit surmonter. * Source : Une pilule une petite granule (émission du 15 mars 2007)
Description des étapes de la rééducation et les compétences recherchées	On recommande aux enseignants de donner plus de temps aux enfants diagnostiqués pour effectuer leurs examens. Le support offert est la synthèse vocale, les correcteurs et les prédicateurs de mots, les enfants ont droit à une tablette. L'objectif est que l'enfant puisse suivre le parcours académique régulier selon son groupe d'âge.	
Avez — vous accès à des outils de rééducation? si oui lesquels	À part ceux décrivent précédemment, très peu, des cartes avec des images, on conçoit nous-mêmes notre matériel, entre autres des cartes avec des mots.	
À partir du moment que vous commencez votre intervention avec un	Oui, il a en général un retard d'une à deux années scolaires.	
Selon vous quelle est la meilleure méthode de rééducation à utiliser? Et	Aucune réponse	
Comment percevez-vous un outil vidéo comme outil de rééducation?	Positif	
Est-ce vrai que si un enfant a accès à du support tôt (avant l'âge de 10 ans) ses chances de succès scolaire sont bonnes?	Oui	
Connaissez-vous la méthode EMS de l'association canadienne de Dyslexie? Si oui, votre appréciation	Non	
Quel test de lecture utilisez-vous pour valider le cheminement d'un	Ceux du ministère de l'Éducation, le processus d'évaluation est le même pour tous les enfants.	
Combien d'enfants suivez-vous en même temps?	Aucun, ce sont les orthopédagogues qui suivent le parcours des enfants.	
Combien de temps vous est alloué en moyenne par enfant par semaine?	L'orthopédagogue fait des suivies avec l'utilisation d'outils, entre autres les tablettes et les logiciels.	
Selon vous les enfants consacrent combien de temps par semaine à sa rééducation (exercices)	maximum 15 minutes par jour	
Selon vous en pourcentage combien d'élèves sont atteints de dyslexie?	Les réponses varient entre 1 à 2 enfants par classe de 24 (4 à 8 %)	La littérature indique entre 5 et 15 % des enfants
Selon vous en pourcentage combien d'enfants dyslexiques ont un déficit d'attention?	La majorité des enfants dyslexique ont un déficit d'attention plus de 80 %	La littérature indique que plusieurs enfants dyslexiques sont atteints de trouble d'attention.
Vous suivez en général les élèves durant combien d'années?	Selon l'élève et les ressources disponibles, c'est un trouble permanent et certains élèves ont besoin de support plus longtemps.	

Bibliographie

- Aarseth, E. (2012). *A narrative theory of games*. Center for computer games research. Université de Copenhague. Danemark. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/254006015_A_narrative_theory_of_games
- Alvarez, J. et Djaouti, D. (2010). *Introduction au serious game*. Questions théoriques. Repéré à <http://fr.calameo.com/read/0004732847ccfece2dc71>
- Anderson et Krathwohl et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon, Boston. MA
- Andersen, E., Liu, Y-E., Apter, E., Boucher-Genesse, F. et Popovic, Z. (2010). *Gameplay analysis through state projection*. FDG 2010, June 19-21, Monterey, CA. Repéré à <http://grail.cs.washington.edu/projects/playtracer/fdg2010/fdg2010.pdf>
- American psychiatric association - APA. (2010). *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux DSM-IV-TR*, 4e édition, version internationale. Lonrai (France). Elsevier Masson. Repéré à <https://psychiatrieweb.files.wordpress.com/2011/12/manuel-diagnostique-troubles-mentaux.pdf>
- Argenton, L., Muzio, M., Shek, E. J. et Mantovani, F. (2015). *Multiplayer serious games and user experience: A comparison between paper-based and digital gaming experience*. Dans De Gloria, A. (dir.). (2015). *Games and Learning Alliance* (vol. 9221). (p. 54-62): Springer International Publishing.
- Arnab, S, Brown, K, Clarke, S, Dunwell, I, Lim, T, Suttie, N, Louchart, S, Hendrix, M. et de Freitas, S. (2013). *The development approach of a pedagogically-driven serious game to support relationship and sex education (RSE) within a classroom setting*. *Computers and Education*, 69, 15–30.
- Audet, L. (2008). *Recherche sur les facteurs qui influencent la persévérance et la réussite scolaire en formation à distance*. Document 2 ; Bibliographie commentée. Repéré à http://archives.refad.ca/nouveau/recherche_perseverance_FAD/pdf/Perseverance_Bibliographie_Mars_2008.pdf
- Barendregt, W., Bekker, M. M., Bouwhuis, D. G. et Baauw, E. (2006). *Identifying usability and fun problems in a computer game during first use and after some practice*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64 (9), 830-846. Repéré à <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.03.004>

- Bartle, R. (1996). *Hearts, clubs, diamonds, spade: Players who suit MUDS*. Repéré le 27 novembre 2017 du site de l'auteur : <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>
- Basque, J. (1999). *Réseau des événements d'apprentissage (RÉA)*. Fiche –ÉD 122. Télé-université et École de technologie supérieure 1999. Version 2. Document du cours TED 6313 Projet d'ingénierie technopédagogique. TÉLUQ, Montréal.
- Basque, J. (2016) *Guide de réalisation du projet d'ingénierie technopédagogique*. Version 3. Document du cours TED 6313 Projet d'ingénierie technopédagogique. TÉLUQ, Montréal.
- Billard, C. (2016). *Dyslexie et troubles associés, on s'en sort ! : Avec une stratégie adaptée à chaque enfant combinant savoir-faire et neurosciences*. Tom pousse. Paris (France).
- Billard, C. et Delteil-Pinton, F. (2010) *Clinique de la dyslexie Dyslexia : Clinical characteristics*. Centre référent sur les troubles des apprentissages, hôpital Bicêtre, 78, rue du Général-Leclerc, 94 275 Le Kremlin-Bicêtre cedex, France. Archives de pédiatrie 17 (2010), 1734–1743.
- Bizzocchi, J. (2010). *Le rôle de la narration dans les jeux et les simulations éducatives*. Dans L. Sauvé et D. Kaufman (dir.), *Jeux et simulations éducatifs* (p. 95-116). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Blaesius, N. et Fleck, S., (2015). *Quinze minutes de jeu vidéo : apports pour la prise en charge de la dyslexie*. « halshs-01219074 ». Repéré à <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-001219074>
- Blaxley, L., Kyte, C., Leggett, J., McWhirter, S. et Minor-Corriveau, M. (2014). *Le langage oral à portée de la main de la maternelle au cycle primaire*. Association ontarienne des orthophonistes et des audiologistes. Toronto (Ontario)
- Boyadjian, M-D. et Zogheib, R-G. (2011). *Development of a rubric for assessing the effective instructional methodologies for children with attention deficit/hyperactivity disorder or dyslexia in a lebanese trilingual catholic school*. (thèse de doctorat, Université de Saint Louis, Missouri).
- Brazeau, L. (1998). *Enseignement Multi sensoriel Simultané*. La collection EMS. Ottawa (Ontario). Association canadienne de la dyslexie. Repéré à http://dyslexiaassociation.ca/francais/files/ems_f.pdf.
- Bussy, G., Krifi-Papoz, S., Vieville, L., Frenay, C., Curie, A., Rousselle, C., Rougeot, C., Des Portes, V. et Herbillon, V. (2011). *Apprentissage procédural implicite dans la dyslexie de surface et la dyslexie phonologique*. Revue de neuropsychologie. Vol., n 3, pages 141 à 146. Repéré à <http://www.cairn.info/revue-de-neuropsychologie-2011-3-page-141.htm>

- Cai, Y. et Goei, S. L. (dir.). (2014). *Simulations, serious games and their applications*. Singapore : Springer Singapore.
- Carignan, I. (2010). *La lecture à l'écran : quelles stratégies enseigner ?* Québec français, 159, 74–76.
- Catach, N. (1995). *Le problème des variantes graphiques : variantes du passé, du présent et de l'avenir*. Dans *La variation graphique et les rectifications de l'orthographe française* (1990). Journal Langue Française, 108, 25-32. Repéré à <http://www.jstor.org/stable/41558745>
- Cheruet, M. (2009). *Vers une méthodologie pour la conception des serious games*. Scénarisation Multimédia de contenus de formation en ligne Année universitaire 2008-2009. Paris, France. CFA COM – Université Paris 13. Repéré à <http://ja.games.free.fr/ludoscience/presse/MemoireprofessionnelSG.pdf>
- Chuang, T.Y. et Chen, W.-F. (2009). *Effect of computer-based video games on children: An experimental study*. Educational Technology & Society, 12 (2), 1-10. Repéré à http://www.ifets.info/journals/12_2/1.pdf
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R. et Ziegler, J. (2001). *DRC: A dual route cascade model of visual word recognition and reading aloud*. Psychological Review. Vol., 108, No. 1, pp.204-256. Repéré à http://psiexp.ss.uci.edu/research/teachingP140C/Papers/Coltheart_etal_2001.pdf
- Couteret, P. (2009). *Les Tice au service des élèves avec Troubles spécifiques des apprentissages*. La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation, 48, 311-325. Repéré à <http://www.cairn.info/revue-la-nouvelle-revue-de-l-adaptation-et-de-la-scolarisation-2009-4.htm>
- Craig, S., Graesser, A., Sullins, J. et Gholson, B. (2004). *Affect and learning: an exploratory look into the role of affect in learning with AutoTutor*. Journal of Educational Media, 29, 241-250. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Scotty_Craig/publication/240763935_Emotions_during_learning_The_first_steps_toward_an_affect_sensitive_intelligent_tutoring_system/links/02e7e51d8766f7f669000000.pdf
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Literacy and intrinsic motivation*. Daedalus, Vol. 119, No. 2, Literacy in America (Spring, 1990), pp. 115-140. The MIT Press on behalf of American Academy of Arts & Sciences. Repéré à <http://www.jstor.org/stable/20025303>
- de Castell, S., Jenson, J. et Taylor, N. (2010). *Les jeux éducatifs : de la théorie à la pratique*. Dans L. Sauvé et D. Kaufman (dir.), *Jeux et simulations éducatifs* (p. 183-198). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec

- de Freitas, S., & Jarvis, S. (2006, décembre). *A framework for developing serious games to meet learner needs*. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2006. Orlando, Florida. Repéré à l'adresse http://researchrepository.murdoch.edu.au/27662/1/serious_games_to_meet_learner_needs.pdf
- Dehaene, S. (2008). *Psychologie cognitive expérimentale*. Cours : les mécanismes cérébraux de la lecture. Collège de France, Paris. Repéré à <http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2006-2007.htm>
- Dichev, C. et Dicheva, D. (2017). *Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review*. International Journal of Educational, 14 (9), 1-36. Repéré à <http://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-017-0042-5>
- DiPaola, S. (2010). *La création d'avatars expressifs dotés de traits sociaux pour l'apprentissage*. Dans L. Sauvé et D. Kaufman (dir.), Jeux et simulations éducatifs (p. 287-310). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Djaouti, D. (2011). *Serious game design Considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire*. « Thèse de doctorat » (Université Toulouse III Paul Sabatier, UT3 Paul Sabatier). Repéré à http://www.ludoscience.com/files/these_djaouti.pdf
- Djelil, F. (2016). *Conception et évaluation d'un micromonde de Programmation Orientée-Objet fondé sur un jeu de construction et d'animation 3D* (thèse de doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont II, France). Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01487039/>
- Duffy, T., et Jonassen, D. H. (Éd.). (1993). *Constructivism and the technology of instruction : a conversation*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Earp, J., Catalano, C. E. et Mortara, M. (2015). *Investigating the deployment of serious games in secondary education: A pilot study inspired by design-based research*. Dans De Gloria, A. (dir.). (2015). Games and Learning Alliance (vol. 9221). (p. 5-15): Springer International Publishing.
- Echenne, B. (2002). *Dyslexie dysorthographe : définition, bases neurologiques et physiopathologiques*. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Archive Pédiatrique, 9 (2), 262-264.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z. et Shanahan, T. (2001). *Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the national reading panel's meta-analysis*. Reading Research Quarterly, 36 (3), 250-287.

- El-Kechaï, N., Melero, J. et Labat, J-M. (2015). *Quelques enseignements tirés de l'application de la Competence-based Knowledge Space Theory aux Serious Games*. Conférence PFIA juillet 2015, Rennes, France. Repéré à <http://pfia2015.inria.fr/attachments/article/1/PFIA15.pdf>
- Fawcett, A. J. et Nicolson, R. I. (2007). *Dyslexia, learning, and pedagogical developmental*. *Medicine & Child Neurology*, 49, 306–311.
- Flessas, Lafleur et Fréchette (2007). *La dyslexie : un problème mal connu !* Télé Québec. Émission Une pilule une petite granule du 15 mars 2007. Repéré à <http://pilule.telequebec.tv/occurrence.aspx?id=178>
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Molteni, M. et Facoetti, A. (2013). *Action video games make dyslexic children read better*. *Revue Current Biology*, 23 (6), 462–466. Repéré à [http://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(13\)00079-1](http://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(13)00079-1)
- Frith, U. (1985). *Beneath the surface of developmental dyslexia*. Dans Patterson, K., Marshall, J. et Coltheart M. (1985). *Surface dyslexia, neuropsychological and cognitive studies of phonological reading*, (p. 301-330). London, Erlbaum. Repéré à http://www.icn.ucl.ac.uk/dev_group/ufrith/documents/Frith,%20Beneath%20the%20surface%20of%20developmental%20dyslexia%20copy.pdf
- Frith, U. (1999). *Paradoxes in the definition of dyslexia*. Institute of cognitive neuroscience, (p. 192-214). University College, London, UK. Repéré à <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFPbnx1dGFmcml0aHxneDo2ODUzZGM5Yjc0MmMwYzgx>
- Gastineau, S., Le Fur, R., Baudouin, C., Veyret, M., Cogan, Y., Misiak, G., et Chevaillier, P. (2012). *Jeu vidéo, plaisir et pédagogie*. JivÉ Création. Pages 1-16. Repéré à http://culture.numerique.free.fr/publications/ludo12/gastineau_ludovia_2012.pdf
- Gee, J-P. (2005). *Learning by design: good video games as learning machines*. *E-Learning*, 2(1), 5–16. Repéré à <http://ldm.sagepub.com/content/2/1/5.full.pdf+html>
- Göbel, S., Hugo, O., Kickmeier-Rust, M. et Egenfeldt-Nielsen, S. (2016). *Serious games—Economic and legal issues*. Dans Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W. et Wiemeyer, J. (dir.). (2016). *Serious Games*, (p.303-317) Cham : Springer International Publishing.
- Göbel, S. et Wendel, V. (2016). *Personalization and adaptation*. Dans Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W. et Wiemeyer, J. (dir.). (2016). *Serious Games*, (p.161-206) Cham : Springer International Publishing.

- Green, C.S. et Bavelier, D. (2012). *Learning, attentional control and action video games*. Revue Current Biology, 22, 197-206. Repéré à [http://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(12\)00130-3.pdf](http://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(12)00130-3.pdf)
- Green, C. S. et Seitz, R. A. (2015). *The impacts of video games on cognition (and how the government can guide the industry)*. Behavior and Brain Sciences, 2 (1), 101-110. Repéré à http://greenlab.psych.wisc.edu/documents/Policy_Insights_from_the_Behavioral_and_Brain_Sciences-2015-Green-101-10.pdf
- Gross, J., Price, D. et Hudson, C. (2009). *The long term costs of literacy difficulties* (2nd edition). England: KPMG Foundation. Repéré à https://readingrecovery.org/images/pdfs/Reading_Recovery/Research_and_Evaluation/long_term_costs_of_literacy_difficulties_2nd_edition_2009.pdf
- Guba, E. G. et Lincoln, Y. S. (1994). *Competing paradigms in qualitative research*. N. K. Denzin & Y.S. Lincoln, Handbook of qualitative research (pages 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage. Repéré à <http://www.uncg.edu/hdf/facultystaff/Tudge/Guba%20&%20Lincoln%201994.pdf>
- Hotte, R. (2016). *Conception d'un patron nommé Learning Game Scénario*. Modélisation d'environnements fonctionnels. Journée scientifique du LICEF 2016, 89-93. Repéré à <http://www.licef.teluq.ca/>
- Hotte, R., Ferreira, S. M., Abdessettar, S. et Gouin-Vallerand, C. (2017). *Digital learning game scenario: A pedagogical pattern applied to serious game design*. Dans 9 th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2017). Porto, Portugal. Repéré à <http://r-libre.teluq.ca/1083/>
- Iannuzzi, S. (2010). *Les effets lexicaux dans l'identification de lettre : étude en potentiels évoqués chez des enfants contrôles et dyslexiques*. « Thèse de doctorat » (Université de Toulouse III - Paul Sabatier Inserm U825). Repéré à <http://thesesups.ups-tlse.fr/1276/1/2010TOU30295.pdf>
- Institut de la statistique du Québec. (2010). *Vivre avec une incapacité au Québec : Un portrait statistique à partir de l'Enquête sur la participation et les limitations d'activités de 2001 et 2006*. Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/sante/etat-sante/incapacite/incapacite-quebec.pdf>
- Institut national de la santé et de la recherche médicale - INSERM. (2007). *Expertise collective: dyslexie, dysorthographe, dyscalculie*. Bilan des données scientifique, rapport, Paris (France). INSERM. Repéré à <http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/73>
- Juul, J. (2005). *Half-real. Video games between real and fictional worlds*. Cambridge, MA : The MIT Press. Repéré à

<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=download&did=27982&kod=JM169>

Kayali, F., Peters, K., Kuczwara, J., Reithofer, A., Martinek, D., Wolfle, R., Mateus-Berr, R., Lehner, Z., Silbernagl, M., Sprung, M., Lawitschka, A. et Hlavacs, H. (2015). *Participatory game design for the INTERACCT serious game for health*. Dans Göbel, S., Ma, M., Baalsrud Hauge, J., Oliveira, M. F., Wiemeyer, J. et Wendel, V. (dir.). (2015). *Serious Games* (vol. 9090), (p. 51-62) Cham : Springer International Publishing.

Keller, J. (2000) *How to integrate learner motivation planning into lesson planning: The ARCS model approach*. Présentation au VII Semanario, Santiago, Cuba, Février, 2000. Repéré à http://apps.fischlerschool.nova.edu/toolbox/instructionalproducts/ITDE_8005/weeklys/2000-Keller-ARCSLessonPlanning.pdf

Kozanitis, A. (2005). *Les principaux courants théoriques de l'enseignement et de l'apprentissage : un point de vue historique*. Bureau d'appui pédagogique, École Polytechnique : Repéré à http://www.polymtl.ca/bap/docs/documents/historique_approche_enseignement.pdf

La Presse canadienne, (2012). *Importante victoire d'un élève souffrant de dyslexie*. La Cour suprême statue que l'enfant a été victime de discrimination parce que son école ne lui avait pas fourni des services d'aide suffisants. Le Devoir du 10 novembre 2012. Repéré à <http://www.ledevoir.com/societe/justice/363682/importante-victoire-d-un-eleve-souffrant-de-dyslexie>

Lacoursière, A. (2010). *Dyslexie : querelle autour d'un diagnostic*. La Presse du 29 janvier 2010. Repéré à <http://www.lapresse.ca/actualites/education/201001/28/01-944109-dyslexie-querelle-autour-dun-diagnostic.php>

Lapierre, M. (2008). *Mise au point et validation d'un programme de rééducation pour les enfants présentant une dyslexie à prédominance visuelle ou mixte* (Thèse de doctorat, Université du Québec à Trois-Rivières). Repéré à <http://depot-e.uqtr.ca/1814/1/030055904.pdf>

Lavigne, M. (2012). *Serious games : que devient le plaisir ludique ?* Laboratoire de recherche en audiovisuel, Université Toulouse II Le Mirail. Repéré à https://www.academia.edu/3123672/Serious_games_que_devient_le_plaisir_ludique?auto=download

Lefavrais, P. (2005). *ALOUETTE-R test d'analyse de la lecture et de la dyslexie*. Repéré à <http://www.ecpa.fr/orthophonie/test.asp?id=1615>

- Lefebvre, P. (2016). *L'ABC de l'apprentissage de l'écrit pour mieux en prévenir les difficultés*. Dans Brigitte Stanké (dir.), *Les dyslexies-dysorthographies* (p. 3-38). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec
- Lefebvre, P. et Stanké, B. (2016). *Les dyslexies-dysorthographies développementales*. Dans Brigitte Stanké (dir.), *Les dyslexies-dysorthographies* (p. 47-68). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Lim, L., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Arnab, S., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R. et De Gloria, A. (2016). *The LM-GM framework for serious games analysis*. The Serious Games Society (SGS). Repéré à https://seriousgamessociety.files.wordpress.com/2016/09/lmgm_framework.pdf
- Long, M., Wood, C., Littleton, K., Passenger, t. et Sheehy, K. (2011). *The psychology of education*, 2nd ed. New York (NY): Routledge.
- Lovett, M. W., Steinbach, K. A. et Frijters, J. C. (2000). *Remediating the core deficits of developmental reading disability: A double-deficit perspective*. Journal of Learning Disabilities, 33(4), 334-358.
- Malinverni, L., Mora-Guiard, J., Padillo, V., Valero, L., Hervas, A. et Pares, N. (2107). *An inclusive design approach for developing video games for children with autism spectrum disorder*. Computers in Human Behavior, 71, 535-549.
- Malone, T. et Lepper, M. (1987). *Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning*. In Snow, R. & Farr, M. J. (Ed), *Aptitude, Learning, and Instruction Volume 3: Conative and Affective Process Analyses*. Hillsdale, NJ. Repéré à <http://ocw.metu.edu.tr/mod/resource/view.php?id=1311>
- Marfisi-Schottman, I. (2012). *Méthodologie, modèles et outils pour la conception de learning games*. (thèse de doctorat, L'institut national des sciences appliquées de Lyon, France). Repéré à <http://theses.insa-lyon.fr/publication/2012ISAL0103/these.pdf>
- Marfisi-Schottman, I., Sghaier, A., George, S., Tarpin-Bernard, F. et Prévôt, P. (2009) *Towards industrialized conception and production of serious games*. (ICTE) International conference on technology and education, Paris (France), PP. 1016 – 1020. Repéré à <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0911/0911.4262.pdf>
- Marsh, T. (2015) *Designing for positive and serious experience: Devices for creativity, engagement, reflection and learning*. Dans Göbel, S., Ma, M., Baalsrud Hauge, J., Oliveira, M. F., Wiemeyer, J. et Wendel, V. (dir.). (2015). *Serious Games* (vol. 9090) (p.3). Cham : Springer International Publishing.
- Métellus, J., Sauvageot, B., et Randianarisoa, B. (2001). *Approche historique et critique des problèmes posés par la dyslexie*. Société médico-psychologique. Revue Ann Méd Psychol 2001, 159, 664-668, Repéré à <http://www.em->

consulte.com/article/5420/article/approche-historique-et-critique-des-problemes-pose

- Mildner, P. et Mueller, F. (2016). *Design of serious games*. Dans Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W. et Wiemeyer, J. (dir.). (2016). *Serious Games*, (p.57-83) Cham : Springer International Publishing.
- Mildner, F., Stamer, N. et Effelsberg, W. (2015). *From game characteristics to effective learning games*: Dans Göbel, S., Ma, M., Baalsrud Hauge, J., Oliveira, M. F., Wiemeyer, J. et Wendel, V. (dir.). (2015). *Serious Games* (vol. 9090), (p. 51-62) Cham : Springer International Publishing.
- Ministère de L'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2006). *Programme de formation de l'école québécoise, éducation préscolaire et enseignement primaire*. Québec, Québec : Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www1.mels.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/pdf/prform2001.pdf>
- Ministère de L'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2014). *Programme de formation de l'école de formation de l'école québécoise, enseignement primaire*. Liste orthographique à l'usage des enseignantes et des enseignants. Progression des apprentissages au primaire. Français, langue d'enseignement. Québec, Québec : Gouvernement du Québec. Repéré de http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/formation_jeunes/ListeOrthographique_Primaire.pdf
- Mongrain, J. (2015). *Les services orthophoniques offerts aux enfants dysphasiques québécois : Le point de vue des parents*. « Mémoire de maîtrise ». (Université du Québec à Trois-Rivières, Québec). Repéré à http://www.langagequebec.ca/asofiles/Essai%20JMongrain%20version%20finale_2.pdf
- Monzalvo, K. et Dehaene-Lambertz, G. (2013). *How reading acquisition changes children's spoken language network*. *Revue Brain & Language*, 127, 356–365. Repéré à http://www.unicog.org/publications/Monzalvo_ReadingChangesSpokenLggNetwork_BrainLgg2013.pdf
- Moreno, R. (2006). *Learning in high-tech and multimedia environments*. *Current Directions in Psychological Science*, 15(2), 63-67.
- Moreno, R. et Mayer, R. (2007). *Interactive multimodal learning environments*. Special issue on interactive learning environments: contemporary issues and trends. *Educational Psychological Review*, 19, 309-326. Repéré à <https://multimodallearningenvironments.wikispaces.com/file/view/26515232.pdf>
- Muthukumar, S. L. (2005) *Creating interactive multimedia-based educational courseware : Cognition in learning*. *Technology & Work*, 7 (1), 46-50. Repéré à

<http://connection.ebscohost.com/c/articles/17028240/creating-interactive-multimedia-based-educational-courseware-cognition-learning>

- Myre-Bisaillon, J. (2004). *L'identification des mots écrits chez les enfants dyslexiques de deuxièmes et troisièmes cycles du primaire : évaluation des effets d'un programme d'intervention en fonction des différents profils de dyslexie*. Tome 1. (thèse de doctorat, Université de Sherbrooke, Canada). Repéré à <http://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/912>
- Myre-Bisaillon, J. (2009). *Identification des mots écrits chez les dyslexiques phonologiques : Mise à l'essai d'un programme d'intervention compensatoire*. *Revue des sciences de l'éducation*, 35 (3), 65-84. Repéré à <http://www.erudit.org/revue/rse/2009/v35/n3/039856ar.pdf>
- Nacke, L. E. et Deterging, S. (2017). *The maturing of gamification research*. *Computers in Human Behavior* (2017), 1 (5).
- Nakada, T. (2017, avril). *Gamified lecture courses improve student evaluations but not exam scores*. *Frontiers in ICT*, 4 (5), 1-10. Repéré à <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fict.2017.00005/full>
- Nation, K., et Snowling, M. (1997). *Assessing reading difficulties: the validity and utility of current measures of reading skill*. *British Journal of Educational Psychology*, 67, 359-370.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., Brookes, R. L. et Needle, J. (2010). *Procedural learning and dyslexia*. *Revue Dyslexia*, 16, 194-212.
- O'Shaughnessy, T. E. et Swanson, H. L. (2000). *A comparison of two reading interventions for children with reading disabilities*. *Journal of Learning Disabilities*, 33(3), 257-277.
- OCDE. (2011). *Redoublement et transfert des élèves : Quel impact pour les systèmes d'éducation ? PISA à la loupe*, (6), 4. Repéré à <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/48391795.pdf>
- Paquette, G. (2005). *Modélisation des connaissances et des compétences*. Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Patino, A., Romero, M., et Proulx, J.N. (2016). *Analysis of game and learning mechanics according to the learning theories*. Université Laval, Québec (Québec).
- Plante, P. (2016). *Apprentissage, jeu sérieux et détournement sérieux de jeu ? Formation et profession*, 24 (2), 72-74. Repéré à <http://formation-profession.org/pages/article/24/14/a96>

- Ramadan, R. et Widyani, Y. (2013, septembre). *Game development life cycle guidelines*. Communication présentée au 2e International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI-2013), Mysore, India (p. 95-100). Repéré à <https://doi.org/10.1109/ICACIS.2013.6761558>
- Read, J. C. (2008). *Validating the fun toolkit: an instrument for measuring children's opinions of technology*. *Cognition, Technology & Work*, 10 (2), 119-128. Repéré à <https://doi.org/10.1007/s10111-007-0069-9>
- Rello, L., Bayarri, C., Ota, Y. et Pielot, M. (2015). *Computer-based method to improve the spelling of children with dyslexia*. Cornell University Library arXiv.org > cs > arXiv: 1508.04789. Repéré à <http://arxiv.org/abs/1508.04789?frbrVersion=3>
- Rieber, L. P. (1996). *Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games*. *Educational Technology Research & Development*, 44 (2), 43-58. Repéré à <http://lrieber.coe.uga.edu/play.html>
- Rieber, L-P., Smith, M., Al-Ghafry, S., Strickland, B., Chu, G. et Spahi. F. (1996). *The role of meaning in interpreting graphical and textual feedback during computer-based simulation*. *Computers Educ*, 27 (1), 45-58.
- Romainville, M. (2007). *Conscience, métacognition, apprentissages : le cas des compétences méthodologiques*. Paru dans « La conscience chez l'enfant et chez l'élève » sous la direction de Francisco Pons et Pierre-André Doudin, Québec : Presses de l'Université du Québec, 2007, 108-130. Repéré à <http://www.educacom.info/pedagogie-recherche/article-master/30-conscience-metacognition.pdf>
- Romero, M. et Barma, S. (2015). *Serious games opportunities for the primary education curriculum in Quebec*. Dans De Gloria, A. (dir.). (2015). *Games and Learning Alliance* (vol. 9221). (p.121-131): Springer International Publishing.
- Rousseau, N. (2016). *L'apprentissage et la persévérance scolaires des élèves ayant des troubles d'apprentissages*. Dans Brigitte Stanké (dir.), *Les dyslexies-dysorthographies* (p.197-210). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec
- Saint-Laurent, L. et Giasson, J. *Activités pour développer la conscience phonologique*. Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval. Récupéré le 5 mai 2017 du site du Centre de services et de ressources en technopédagogie de la FSÉ, INDISSE. http://www1.sites.fse.ulaval.ca/fichiers/site_indisse/documents/conscience_phonologique.pdf

- Sauvé, L. (2010). *Les jeux éducatifs efficaces*. Dans L. Sauvé et D. Kaufman (dir.), *Jeux et simulations éducatifs* (p. 43-72). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Sauvé, L., Renaud, L. et Kaufman, D. (2010a). *Les jeux, les simulations et les jeux de simulation pour l'apprentissage : définitions et distinctions*. Dans L. Sauvé et D. Kaufman (dir.), *Jeux et simulations éducatifs* (p. 13-42). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Sauvé, L., Renaud, L. et Kaufman, D. (2010 b). *L'efficacité des jeux et des simulations sur l'apprentissage*. Dans L. Sauvé et D. Kaufman (dir.), *Jeux et simulations éducatifs* (p. 339-364). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Scarborough, H. (2001). *Connecting early language and literacy to later reading (dis)abilities: evidence, theory, and practice*. Dans S. Neuman et D. Dickinson, (Dir.), *Handbook of early literacy research* (p. 97-110). Guilford Press, New York.
- Schmoll, P. (2011). *Sciences du jeu : état des lieux et perspectives*. *Revue des Sciences Sociales*, 45, 10-19. Repéré à <http://www.revue-des-sciences-sociales.com/>
- Shaywitz, S.E, Shaywitz, B.A. (2006). *La dyslexie chez les jeunes enfants et son impact sur leur développement socio-affectif*. Yale Center for the Study of Learning, Reading and Attention, États-Unis. Repéré à <http://www.enfant-encyclopedie.com/sites/default/files/textes-experts/fr/125/la-dyslexie-chez-les-jeunes-enfants-et-son-impact-sur-leur-developpement-socio-affectif.pdf>
- Snowing, M.J. (2000). *Dyslexia*. Blackwell Publishing, Oxford, 2000
- Soares-Boucauda, I., Cheynel-Alberolad M-L. et Georgieffa, N. (2007). *La dyslexie développementale en pédopsychiatrie : diagnostic et prise en charge*. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*. 55, 220–225.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Béchennec, D., Kipffer-Piquard, A. et Leloup, G. (2010). *EVALEC : Batterie d'Évaluation diagnostique de la Dyslexie*. *European Bulletin of Applied Psychology-Revue Européenne de Psychologie Appliquée*.
- Sprenger-Charolles, L. et Serniclaes, W. (2004). *Nature et origine des déficits dans la dyslexie développementale : L'hypothèse phonologique*. Dans *Les Dyslexies développementales*, S. Valdois, P. Colé, D. David, SOLAL (2004).
- Stanké, B. et Lefebvre (2016). *La dyslexie-dysorthographe phonologique*. Dans Brigitte Stanké (dir.), *Les dyslexies-dysorthographies* (p. 69-102). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec
- Stein, J. (2001). *The magnocellular theory of developmental dyslexia*. *Revue Dyslexia*, 7, 12-36.

- Tinwell, A. et Sloan, J-S., R. (2014). *Children's perception of uncanny human-like virtual characters*. Computers in Human Behavior, 36, 286-296.
- Tobias, S. et Fletcher, D. (2012). *Learning from computer games: A research review*. Dans De Wannemacker, S., Vandercruysse, S. et Clarebout, G. (dir.). (2012). *Serious Games: The Challenge* (vol. 280) (p.6-17). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Tonnessen, F. E. (2015). *Can we read letters?* Rotterdam (The Netherlands). Sense Publishers. Repéré à www.sensepublishers.com
- Trooster, W. (2014). *The use of virtual worlds and serious gaming in education*. Dans Cai, Y. et Goei, S. L. (dir.). *Simulations, Serious Games and Their Applications* (p. 121-146). Singapore : Springer Singapore.
- Uhlmann, E. et Swanson, J. (2004). *Exposure to violent video games increases automatic aggressiveness*. Journal of Adolescence, 27 (1), 41-52.
- Valdois, S. (2004). *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales*. Laboratoire de Psychologie et Neuro Cognition, Université Pierre Mendès France, Grenoble. Repéré à <http://www.dysmoitout.org/pratique/documents/dys-troubles-visio-attentionnels.pdf>
- Valdois, S. (2016). *Les dyslexies-dysorthographies par trouble de l'empan visuo-attentionnel*. Dans Brigitte Stanké (dir.), *Les dyslexies-dysorthographies* (p. 197-210). Québec (Québec) : Presses de l'Université du Québec
- Vellutino, F., Fletcher, J., Snowling, M. et Scanlon, D. (2004). *Specific reading disability (Dyslexia): what we have learned in the past four decades?* Journal of Child Psychology and Psychiatry, 45, 2-40.
- Vernhes, S., Combres, L. et Savournin, F. (2014). *Symptôme dyslexique et clinique du sujet*. Revue L'évolution psychiatrique, 79, 313-320.
- Vygotsky, L.S. (1933). *La dynamique du développement intellectuel de l'élève en lien avec l'enseignement*. Dans Frédéric Yvon et Yuri Zinchenko, 2011. *Vygotsky, une théorie du développement et de l'Éducation*. Recueil de textes et commentaires. Faculté de psychologie de l'Université d'État de Moscou, Lomonossov. Repéré à http://www.unige.ch/fapse/leforcas/files/9214/2608/9943/Vygotsky_1-428.pdf
- Wastiau, P., Kearney, C. et Van Den Berghe, W. (2009). *Quels usages pour les jeux électroniques en classe ?* European Schoolnet, Bruxelles (Belgique). Repéré à http://games.eun.org/upload/gis-synthesis_report_fr.pdf
- Wix, A. (2012). *Jouer en classe, est-ce bien sérieux ?* Académie d'Aix-Marseille. Pages 1-20. Repéré à <https://www.pedagogie.ac-aix->

marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2012-10/bilan_jeux-serieux__2011-2012.pdf

Young, R. A., Beitchman, H. J., Johnson, C., Douglas, L., Atkinson, L., Escobar, M. et Wilson, B. (2002). *Young adult academic outcomes in a longitudinal sample of early identified language impaired and control children*. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 43 (5) 635-645.

